1975

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Dortmund · Darmstadt · Berlin

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense
Gerhard Eichhorn
und Helmar Frank

Band 16 · Heft 1
März 1975
Kurztitel: GrKG 16/1

INHALT

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft", die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren*, und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen*, einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite an die Schriftleitung:

Prof. Dr. Helmar Frank
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer
(Geschäftsführende Schriftleiterin)
Institut für Kybernetik
D-479 Paderborn, Riemekestraße 62
Tel.: (0 52 51) 3 20 23 u. 3 20 90

Anzeigenverwaltung und Vertrieb: Hermann Schroedel Verlag KG, D-3 Hannover, Zeißstraße 10

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 32 Seiten.
Preis: Einzelheft DM 7,40 — Jahresabonnement DM 29,60 (jeweils zuzüglich Postgebühren und MWSt.).

Das Kommunikationsproblem und die Plansprachen

von Guido DIGNAS, Paderborn

1. *Das Problem*

„Es hatte aber alle Welt einerlei Zunge und Sprache,... Und der Herr sprach: ... Wohlauf, lasset uns herniederfahren und ihre Sprache daselbst verwirren, daß keiner des anderen Sprache verstehe!" (1. Mose 11, 1–4,6)

Es erstaunt einigermaßen, daß man es im Zeitalter des Düsenflugzeugs, das die Welt entfernungsmäßig auf 24 Stunden zusammenschrumpfen läßt, im allgemeinen so hinnimmt, Jahre seines Lebens zu verwenden, nur um die Sprache eines Nachbarvolkes zu verstehen, das eine halbe Flugstunde entfernt wohnt. Aufgrund der enger werdenden Verflechtung der Volkswirtschaften und Staaten wird neuerdings auch offiziellen Stellen die nicht länger vertretbare, durch Sprachgrenzen hervorgerufene ökonomische Verschwendung bewußt, die heute noch nötig ist, Kommunikation in der Welt aufrechtzuerhalten: die EG-Kommission in Brüssel hat sich unlängst mit der Bitte um Hilfe an die mit Fragen der automatischen Übersetzung befaßten Institutionen gewandt, weil die Erweiterung der EG und die für 1978 in Aussicht gestellte Wahl zum Europäischen Parlament die Übersetzerarbeit ins Unerträgliche wachsen lassen.

Dabei muß aber festgestellt werden, daß die automatische Übersetzung mit Hilfe von Rechnern nur ein erster Schritt in Richtung auf den Abbau von Sprachbarrieren sein kann. Rechner können — selbst wenn alle heute noch hinsichtlich der Syntax und Semantik bestehenden Fragen gelöst wären — vorerst nur geschriebene Sprache übertragen. Es bleibt also trotz großartiger Möglichkeiten etwaiger automatischer Übersetzungen die Aufgabe bestehen, ein Medium zu entwickeln, das sprachliche Kommunikation von Mensch zu Mensch ermöglicht. Den bisherigen Versuchen blieb der dauerhafte Erfolg versagt, sei es, weil

(1) lediglich die Sprache einer vorübergehenden Großmacht schwächeren Sprachgruppen aufgezwungen wurde oder

(2) die Erwartungen an eine rational geplante, neutrale Sprache durch ideologischen Ballast („Überwindung des Mythos von der Babylonischen Sprachverwirrung") von der praktischen Nützlichkeit weg ins Utopische gelenkt wurde oder

(3) der Versuch linguistische, informationstheoretische oder psychologische Erkenntnisse nicht berücksichtigte.

2. *Volkssprachen als Mittel sprachgrenzübergreifender Verständigung*

Eine Übersicht über die Versuche, das Problem der Sprachenvielfalt zu lösen, müßte unvollständig sein, zählte man nicht auch die Sprachen Homers und Vergils auf. Was sicher Humanisten wie Entweihung erscheinen mag, bleibt dennoch geschichtliche Tatsache: Griechisch und Latein waren zuerst einmal Sprachen der Sieger und breiteten sich als Herrensprache im eroberten Gebiet aus. Mit dem Niedergang des Reiches im 17. Jahrhundert büßte gleichzeitig auch das Latein allmählich seine Rolle als abendländische Universalsprache ein. Es begann die Epoche der Nationalstaaten: Spanien, Portugal, Frankreich, England teilten Kontinente und Sprachgruppen untereinander auf. Auch noch in neuester Zeit geht der politischen Entmachtung von ethnischen Minderheiten die Liquidation ihrer Sprache voraus oder folgt ihr nach. Eine subtilere Form sprachlicher Hegemonie wird durch eine Nation ausgeübt, deren politischer oder wirtschaftlicher Einfluß sehr groß oder von langer Dauer ist. Es kommt dann das zum Tragen, was der Jurist die normative Kraft des Faktischen nennt. Englisch, Französisch, Deutsch oder Russisch zu lernen, wird dann begründet z.B. „weil es eine schöne Sprache ist", „weil es Sprache einer bedeutenden Kulturnation ist", „weil es schon so viele Menschen auf der Welt sprechen", „weil man dann Land, Leute und die Kultur besser versteht", – unterschobene Gründe, die, beabsichtigt oder nicht, den geschichtlichen Ursprung vergessen lassen und den politischen Anspruch verdecken. Die bisherige Geschichte lehrt, daß die Übernahme einer vorherrschenden Volkssprache als Mittel sprachgrenzübergreifender Verständigung das Problem stets nur vorläufig zu lösen scheint, obwohl gerade in der Gegenwart starke Kräfte diesen Weg mit Hinweis auf Englisch stark favorisieren. Schon das jüngste Beispiel, das Schicksal des Französischen, zeigt eindrucksvoll, daß eine solche Lösung nicht von Dauer ist: Es müßten immer wieder erneut die Dokumentationen in die als nächste weltweit die Vorherrschaft übernehmende Volkssprache übersetzt werden.

Auch sind die Versuche abzulehnen, durch Minimalisierung bekannte europäische Idiome wie Französisch, Englisch oder Deutsch linguistisch zu vereinfachen und damit leichter erlernbar zu machen. Projekte wie APOLEMA (Französisch), WEDE (Deutsch) oder BASIC ENGLISH (Englisch) halten ihre Sprecher auf einer niederen Stufe sprachlicher Kompetenz, was nicht der Sinn der Erlernung einer Fremdsprache sein kann. Für die weltweite Verständigung kommt nur eine geplante, neutrale, gemeinsame Zweitsprache infrage, die jedem Volk als Identifikationssymbol die eigene Sprache unverstümmelt beläßt.

3. *Plansprachliche Versuche*

Der Zerfall der geistigen Einheit Europas, der Aufstieg der Nationalstaaten und der damit verbundenen kulturellen Eigenentwicklung zeitigte außer dem Niedergang der Universalsprache Latein gleichzeitig die ersten Versuche mit künstlichen Idiomen, sogenannten Plansprachen, abgesehen von der bereits im 12. Jahrhundert erfolgten Projektskizze der Äbtissin Hildegard und dem vereinfachten Latein, das im 16. Jahrhundert Folengo vorstellte (vgl. Monnerot-Dumaine, 1960).

Man unterscheidet

(1) Versuche zur Auffindung einer allgemeinen verbindlichen Notation oder universellen Schrift (Pasigraphien)

(2) Versuche zur Auffindung einer allgemein verbindlichen Sprech- und Schriftsprache (Pasilalien).

3.1 *Pasigraphien*

Ausgehend von der Vorstellung der aristotelischen Philosophie, daß die Materie durch die ewigen Ideen befruchtet wird, deren Klassifikation und Katalogisierung möglich sei, entwickelten und entwickeln seit drei Jahrhunderten Linguisten und Nichtlinguisten aus Ziffern, Buchstaben, Hieroglyphen, Ideogrammen und selbst Musiknoten rein visuelle Symbole, deren Verständnis aufgrund der Annahme eines vorhandenen gemeinsamen europäischen kulturellen Hintergrundes allgemein möglich sei. Der Leser ist also nicht genötigt, einen Vokabelschatz und dessen Aussprache zu erlernen, sondern wird angehalten, den Inhalt der Symbole zu memorieren, deren Zahl je nach Pasigraphie zwischen sieben und einhundert schwankt. Die ersten Projekte tauchen um die Mitte des 17. Jahrhunderts (1661: Becher, 1668: Wilkens) auf und bringen in jedem Jahrhundert ein paar Varianten hervor (1772: Kalmar, 1779: Berger, 1797: Maimieux, 1805: Näther, 1840: Renzi, 1876: Dr. Damm, 1880: Glubokowski; vgl. die Übersicht in Monnerot-Dumaine, 1960). Die Unzulänglichkeit bloßer Begriffsbezeichnungen ohne syntaktischen Zusammenhang wird im Laufe der Entwicklung von verschiedenen Autoren erkannt. So ist das SOLRESOL des Franzosen Sudre (1866) auch als Sprechsprache angelegt, wobei es Begriffe durch Kombination von sieben Musiknoten (do, re, mi, fa, sol, la, ti) bildet.

Streng auf numerische Klassifikation ist das TRANSLINGUA-Projekt von Funke (1956) ausgerichtet, das sich die internationale bibliographische Klassifikation zu eigen macht:

Löwe	7.131			sehen	300
Löwin	$^{1}7.131$			ich sehe	10-300
Löwen	7.131*				
Blut	9.94	blutig	$^{1}9.94$	bluten	″9.94

1919 (Tcheshinkine) und 1924 (Gilbert) werden Vorschläge unterbreitet, als Notation die chinesischen Ideogramme zu wählen. Auf den ersten Blick scheint es sich dabei um ein sehr abwegiges Projekt zu handeln. Wenn man jedoch berücksichtigt, daß die Sprechsprachenvielfalt Chinas fast europäische Dimensionen hat, und die Einheit dieses 700 Millionen-Volkes allein durch die chinesischen Ideogramme über vier Jahrtausende gewährleistet wurde, spricht mindestens die Stabilität für dieses Modell einer Pasigraphie.

Eine Pasigraphie mit Ideogrammen, die europäischen Charakter haben, entwickelte Janson 1957.

Beispiel:	I	ich, mir, mich	I^2	wir, uns
	II	du, dir, dich	II^2	ihr, euch
	III	er, ihm, ihn sie, ihr	III^2	sie, ihnen

I · I ⇨ ◫ → Ⅲ   Ich gab ihm das Buch

Die Pasigraphien mögen vielen als Spielerei unnützer Art vorkommen. Dieses Urteil ist vielleicht ein wenig voreilig. Es bleibt zu beachten, daß insbesondere die Ideogramme im Alltag eine enorme Bedeutung als Verkehrszeichen und Hinweisschilder spielen. Darauf scheint aber auch ihr sinnvoller Einsatz beschränkt zu sein. Was Ideogrammen und Pasigraphien fehlt, ist die notwendige und hinreichende Erfüllung der Forderung, daß ein universales Kommunikationsmedium für alle Benützer auch auditiv und lingual anwendbar sein muß.

3.2 *Pasilalien*

Unter Pasilalien versteht man ein linguales, auditives und visuelles Medium, das der Kommunikation zwischen Menschen dienen soll. Einem solch weitgesteckten Funktionsbereich entsprechend, basiert es auf Lauten und (als Schrift) auf Buchstaben, deren Kombination aussprechbare Ganzheiten bilden, deren semantischer Umfang durch originale Definition festgelegt oder durch Analogie mit Elementen aus Volkssprachen eindeutig definiert wird.

Entsprechend dem Grad der Willkürlichkeit der Zusammensetzung von Lauten und dem semantischen Umfang unterscheidet man zwischen Pasilalien, die keine beabsichtigte Beziehung zu Volkssprachen haben (A-priori-Sprachen), und Pasilalien, die auf Elementen natürlicher Sprachen basieren (A-posteriori-Sprachen).

3.2.1 *A-priori-Sprachen*

Wie bei den Pasigraphien fußen auch die a-priori-Sprachen auf einer einheitlichen philosophischen Grundlage, die von der Katalogisierbarkeit der Welt und der Ideen ausgeht. Die in solcher Annahme steckende Faszination beflügelte einen Denker wie Descartes (zitiert nach Janton, 1973) zu der Spekulation, eine „gereinigte Sprache" zu konstruieren, in der logische Ableitungsregeln zwischen allen Gedanken regieren, die in den menschlichen Geist eindringen können, „und zwar durch das Mittel der Ordnung, d.h., indem man zwischen allen Gedanken ... eine Ordnung herstellt, wie sie natürlicherweise zwischen den Zahlen besteht".

Da sich Ordnung nur durch mühsame Klassifikation erreichen läßt, widmen Generationen von a-priori-Sprachen-Erfindern Geist und Zeit auf die Katalogisierung der Welt. 1641 erscheint das PANGLOTTIA des böhmischen Pädagogen Comenius, das unvollendet blieb.

Er betrachtet das A als Symbol für Großes, Bedeutendes, das I steht für Kleines, Zierliches, das O für Rundes, Umfassendes, das P für Not und Gewalt. Er bildet künstliche Ableitungen, die Deklination umfaßt 4 Fälle und die Konjugation ist regelmäßig.

Beispiel: bi = sein, Gegenwart: abi, ebi, ibi, obi, ubi, uybi. Zwanzig Jahre später legte der Schotte Dalgarno sein Projekt vor, in dem es 17 mit Großbuchstaben bezeichnete Begriffsklassen gibt, aus denen man alle Begriffe mit Hilfe von Kombinationen aus griechischen und lateinischen Buchstaben ableiten kann.

Beispiel: N = Klasse der Lebewesen, N_η = Tier, N_ηk = Vierfüßler, $N_\eta$ka = Pferd.

Leibnizens Projekt (1666) formuliert eine philosophische Sprache nach algebraischen Prinzipien. Zugrundegelegt werden einfachste Ideen, die das Material abgeben für höherstehende Ideen, welche aus diesen einfachen Ideen durch Kombinationen entstehen, ebenso wie Zahlen sich in Primfaktorenzerlegung darstellen lassen.

Neben diesen philosophisch orientierten Projekten entwickelten sich auch Versuche, denen es mehr auf die Einheitlichkeit und innere Übereinstimmung mit dem einmal gewählten Notationscode ankam. Unverkennbar ist bei all diesen Versuchen noch die Nähe zu Pasigraphien.

Den Übergang von den a-priori-Sprachen zu den a-posteriori-Sprachen bilden zwei Gruppen von Sprachobjekten, in denen das Bemühen, ein sprechbares Idiom zu finden, schrittweise deutlicher wird.

Die erste Gruppe enthält Sprachprojekte mit halbkünstlichen Elementen wie das SPELIN von Bauer (1888), die LANGUE BLEUE oder das BOLAK von Léon Bollack (1899), das PERIO von Talundberg (ein Pseudonym), Elberfeldt (1904), das SPEEDWORDS von Dutton (1943).

Beispiele
aus SPELIN: nat = Natur, natep = Physik, natap = Metaphysik.
aus BOLAK: dog = Hund, udog = Hündin, dogu = Hunde.

Die zweite Gruppe nähert sich schon den a-posteriori-Sprachen und enthält u.a. das VOLAPÜK von Schleyer (1879), DIL von Fieweger (1893), DILPOK von Marchand (1898), PARLA von Spitzer (1907). Diese Gruppe ist gekennzeichnet durch die Verwendung von deformierten Elementen aus Volkssprachen.

Das bedeutendste Projekt der Gruppe ist das VOLAPÜK, das bereits zu den a-posteriori-Sprachen gerechnet werden könnte, wären seine Wurzeln nicht manchmal bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt: vol kommt vom englischen world, pük vom englischen speak, die Deklination kennt vier Fälle, wobei -a den Genitiv bezeichnet. Die Konjugation wird mit Hilfe von Prä- und Suffixen gebildet: pilöfoböv = ich wäre geliebt worden (p = Präfix des Passivs, i = Präfix des Plusquamperfekts, löf = Wurzel lieben, ob = 1. Person Singular, öv = Endung des Konditionals).

3.2.2 *A-posteriori-Sprachen*

Unter den A-posteriori-Sprachen lassen sich drei Gruppen von Sprachen bilden, je nach ihrer Nähe zu der Behandlung der „natürlichen" Wurzeln aus den Volkssprachen.

Die Gruppe der gemischten a-priori-Sprachen verwendet die Wurzeln mit schematischen in den Volkssprachen nicht üblichen Ableitungen. Zu dieser Gruppe zählen u.a.: UNIVERSALGLOT, ESPERANTO und Abkömmlinge von Esperanto, LINGUA NEOLATINE, NOVILATIN, KOSMO, INTERGLOSSA, INTAL (einige Autoren zählen zu dieser Gruppe auch die a-priori-Sprachen mit stark deformierten volkssprachlichen Elementen wie Volapük, Bolak usw.).

Die zweite Gruppe ist gekennzeichnet durch Anlehnung an die volkssprachlichen Vorbilder: MUNDO LINGUE, IDIOM NEUTRAL, OCCIDENTAL, NOVIAL, INTERLINGUA, ROMANID.

Die dritte Gruppe enthält die Minimalsprachenprojekte wie z.B. WORLD ENGLISH, LATINE SINE FLEXIONE, WEDE, BASIC ENGLISH.

Eines der interessantesten Projekte aus den a-posteriori-Sprachen — nicht zuletzt wegen ihrer derzeitigen ca. 16 Millionen Sprecher — ist das Esperanto des polnischen Augenarztes Zamenhof (1897). Zwei Drittel der Wurzeln hat Zamenhof romanischen Sprachen entlehnt, 20% entstammt dem germanischen Sprachraum, der Rest umfaßt griechische, slawische, hebräische, arabische und japanische Wortstämme. Um eine genauere Beschreibung der Konstruktion des Esperanto zu geben, muß man sich der von Zamenhof gebildeten Terminologie bedienen. Er macht sich die Idee Leibnizen zu eigen und geht von einer Menge nicht weiter teilbarer Grundeinheiten aus, die er „selbständige Wörter" nennt. Diese heute lexikalische Moneme oder Lexeme genannten Grundeinheiten bleiben stets unveränderlich. Neben diesen Lexemen gibt es nicht-lexikalische Moneme, die die Beziehung eines Lexems zu sich selbst oder anderen Lexemen beschreiben.

Beispiel: frat ist das lexikalische Monem und heißt Bruder, wenn gemäß der Grammatik zur Substantivkennzeichnung noch ein o angehängt wird; -in ist ein nichtlexikalisches Monem und bedeutet „weibliches Geschlecht", ein weiblicher Bruder ist eine Schwester: fratino.

Die Zahl der nichtlexikalischen Moneme beträgt mehr als vier Dutzend. (Nach üblicher linguistischer Terminologie handelt es sich dabei um Morpheme.) Ihre geschickte Auswahl ist sicher die größte Leistung dieses Plansprachenversuches. Denn betrachtet man die Lexeme als Definitionsbereich L, so wirken die nichtlexikalischen Moneme (oder Morpheme) wie Operatoren oder Abbildungen auf L.

Auf das Lexem frat kann als Operator statt -in z.B. auch der Operator -ec (Bedeutung: Wesen von ...) angewandt werden: frateco = Brüderlichkeit, oder der Operator -iĝ (Bedeutung: in den Zustand ... gelangen), wobei zusammen mit dem nichtlexikalischen Monem -i zur Infinitivkennzeichnung fratiĝi = verbrüdern entsteht. Ein solcher ausnahmefreier Mechanismus dürfte einer Übersetzung in ein Rechnerprogramm wenig Schwierigkeiten bereiten!

4. *Sprachenplanung und Plansprachenforschung*

Wie die bisherige Geschichte der Plansprachen zeigt, haben vermutlich nur solche Projekte Aussicht auf Erfolg, die in einer gewissen Nähe zu den Volkssprachen stehen. Es ist daher angebracht, hier einige Entwicklungen auf linguistischem Gebiet anzugeben.

4.1 *Sprachenplanung*

Sprache ist ein Bestandteil der Evolution. Wie der Phänotypus des heutigen Menschen Ergebnis einer Millionen Jahre umfassenden Entwicklung ist, so stellen die heutigen ungefähr 3000 Volkssprachen (Décsy, 1973) das Resultat einer nicht minder langen sprachgeschichtlichen Entwicklung dar. Wie der Mensch durch Entwicklung von Wissenschaften und Techniken in den Gang der biologischen Evolution eingegriffen hat, so könnte man sich auch einen Eingriff in die Evolution der Sprachen denken. Seit 400 Jahren nutzen wir im Deutschen das Ergebnis eines solchen Eingriffs: die Schriftsprache Luthers. Eine solche Sprachenplanung dient vor allem der Sicherung der Stabilität einer Standardsprache, die für alle Regionen eines Sprachraums verbindlich ist.

Wenn man die Frage, was das Ergebnis einer solchen Sprachenplanung sein soll, mit dem Schlagwort „eine Idealsprache" beantwortet, dann erhebt sich die Frage nach ihrer Definition. Nach E. Sapir (zitiert nach Tauli, 1968) könnte man formulieren: „Eine Idealsprache ist eine Sprache, die mit einem Minimum von Mitteln ein Maximum von Ergebnissen erzielt".

Tauli stellt vier genauere Forderungen:
(1) Eine Idealsprache muß ein vollkommenes Medium der Kommunikation sein.
(2) Eine Idealsprache muß äußerst ökonomisch sein.
(3) Eine Idealsprache muß ästhetisch sein.
(4) Eine Idealsprache muß elastisch sein für neue Aufgaben.

Er erläutert dann noch im einzelnen, was er unter Vollkommenheit, Ästhetik, Ökonomie und Elastizität einer Idealsprache versteht.

Dem Leser kommen aber Bedenken, ob dieses Programm nicht ein wenig zu früh formuliert ist, weil die Linguistik sich augenblicklich in einem Stadium der kritischen Analyse befindet. Petöfi schreibt in einem Diskussionspapier über den Wissenschaftsbegriff der Linguistik, daß „es gegenwärtig Schwierigkeiten bereitet, über den Wissenschafts-Charakter der Linguistik zu sprechen. Was man gegenwärtig tun kann, ist kaum mehr, als unter Berücksichtigung der neuesten Ergebnisse der linguistischen Forschung und unter Zugrundelegung einer Wissenschaftstheorie zu umreißen, wie die Linguistik (oder eines ihrer Teilgebiete) aufgebaut werden müßte, um über sie als Wissenschaft zu diskutieren".

4.2 *Plansprachenforschung und Vorschlag einer Zwischenlösung*

Aufgrund der ökonomischen Notwendigkeit, die Aufwendungen für eine sich intensivierende Kommunikation zwischen Benutzern verschiedener Sprachen zu limitieren, scheint es angebracht, in Deutschland neben der bisher geförderten linguistischen

Forschung und den Forschungen zur automatischen Übersetzung mit Rechnern auch eine Plansprachenforschung zu etablieren und mit der notwendigen Ausstattung zu versehen. Dabei muß es das Ziel dieser Plansprachenforschung sein, in Übereinstimmung mit den sich entwickelnden Ergebnissen der traditionellen linguistischen Forschung ein Paradigma einer Plansprache zu entwerfen, das den Anforderungen einer Ideal-Sprache im Sinne von 4.1 entspricht. Eine existierende Plansprache als Zwischenlösung zu favorisieren, wird nach einiger Zeit in Erwägung zu ziehen sein, um etwaige sprachpolitische Fehlentwicklungen zu verhindern.

4.3 *Algorithmisierte Plansprachen*

Neben dem Pflichtenkatalog für eine Idealsprache sollte ein zu entwickelndes Paradigma einer Plansprache auch den besonderen Anforderungen eines Rechners genügen.

4.4 *Informationstheoretische Aspekte*

In die Entwicklung einer Plansprache müssen auch informationstheoretische Erkenntnisse (z.B. notwendige und überflüssige Redundanz), abgesichert durch psychologische Untersuchungen, einfließen. Probabilistische und statistische Untersuchungen müssen entweder neu geführt oder vorhandene Ergebnisse aus den Korpora-Untersuchungen der traditionellen Linguistik sollten übernommen werden.

4.5 *Entwicklung einer Plansprachendidaktik auf kybernetisch-pädagogischer Basis*

Mit Beginn der Plansprachenkonstruktion sollte auch die Entwicklung einer den Besonderheiten einer Plansprache adäquaten Didaktik in Angriff genommen werden, die sich dem Lehrgegenstand gemäß vorzugsweise auf kybernetisch-pädagogische Prinzipien stützen wird.

Schrifttum

Décsy, G.: Die linguistische Struktur Europas, Wiesbaden 1973

Janton, P.: L'Esperanto, aus der Reihe „Que sais-je? ", Presses Universitaires de France, Paris 1973

Monnerot-Dumaine, M.: Précis d'Interlinguistique générale et spéciale, Librairie Maloine, Paris 1960

Petöfi, János S.: Der Wissenschaftsbegriff der Linguistik, Diskussionsvorlage zum Symposium „Der Wissenschaftsbegriff in den Natur- und in den Geisteswissenschaften", Hannover, Gottfried-Leibniz-Gesellschaft, 23.—24. November 1973, Universität Bielefeld, Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft

Tauli, Valter: Introduction to a Theory of Language Planning, Acta Universitatis Upsaliensis 6, Uppsala 1968

Eingegangen am 5. Februar 1975

Anschrift des Verfassers:

Guido Dignas, 479 Paderborn, Im Samtfelde 1

Theorie und Praxis der Kohärenzlänge

von Branko BOŠNJAKOVIĆ, Commugny, Schweiz

Einführung

Vom didaktischen Standpunkt sind kohärente Lehrstoffe besonders interessant. Einmal lassen sie die theoretische Frage aufkommen, wie der Informationsumsatz im Menschen bewältigt wird, wenn die Lehrstoffelemente voneinander abhängen. Darüberhinaus stellt sich das mehr praktische Problem der optimalen Lehrstrategie. Im folgenden soll gezeigt werden, daß der Begriff der Kohärenzlänge für beide Problemkreise von Nutzen ist.

1. *Evidenz für die Existenz einer Kohärenzlänge*

Ein Basaltext heißt *kohärent*, wenn er sich nicht in Basaltextelemente zerlegen läßt, die voneinander unabhängig sind. Die Abhängigkeitsverhältnisse lassen sich in einem *gerichteten Graphen* oder in einer *Matrix* darstellen (Weltner, 1970). Ein komplexes, aber realistisches Beispiel liefert das Lehrbuch „Theorie der Elektrizität" (Becker-Sauter, 1962). Die Basaltextelemente und ihre Kausalabhängigkeiten sind im Kohärenzgraphen in Bild 1 dargestellt.

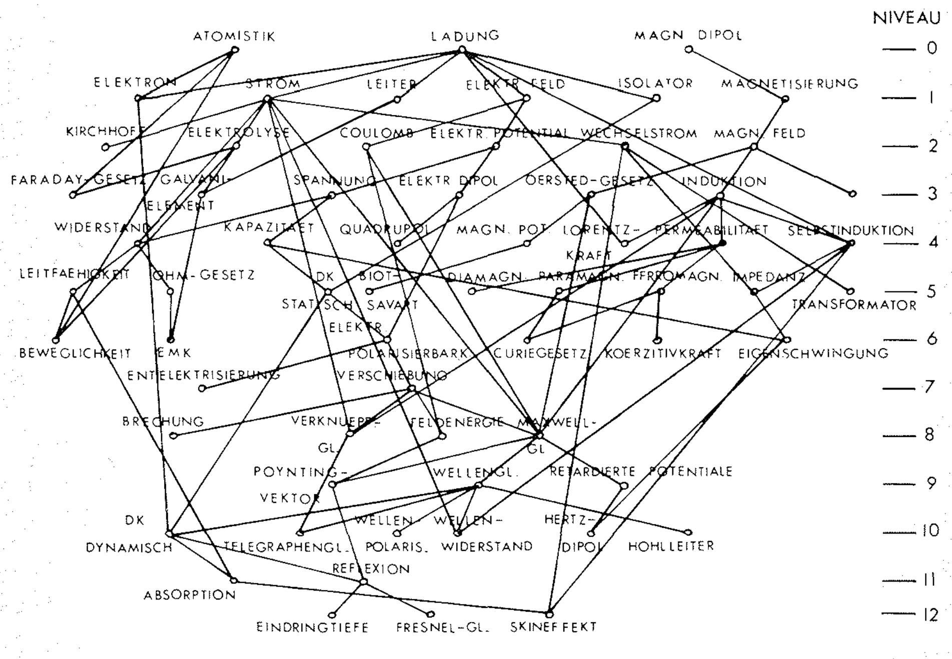


Bild 1: Der Kohärenzgraph für die Theorie der Elektrizität

Die Elemente wurden so angeordnet, daß ein tiefergelegenes Element nur von höhergelegenen Elementen abhängen kann. Man erkennt eine *Niveaustruktur*, wenn man die Niveaus folgendermaßen definiert (Niveaus gleicher Astlänge):

Die Elemente des Nullniveaus sind Basaltextelemente, die kein anderes Element zur Voraussetzung haben. Ein Element des Niveaus 1 hat nur Elemente des Nullniveaus zur Voraussetzung. Ein Element des Niveaus (n+1) hat mindestens ein Element des n-ten Niveaus zur Voraussetzung. Aus Bild 1 und Bild 2 ist ersichtlich, daß Elemente der Elektrizitätslehre über 13 Niveaus verteilt werden können. Jedes Niveau ist charakterisiert durch seine Astlänge, d.h. die maximale Entfernung vom Nullniveau, ausgedrückt in der Anzahl der Lehrschritte.

Niveau 0:

Atomistik (1)
Ladung (2)
Dipol (magnetisch) (3)

Niveau 1:

Elektron (4)
Feld (elektrisch) (5)
Isolator (6)
Leiter (7)
Magnetisierung (8)
Strom (9)

Niveau 2:

Coulomb-Gesetz (10)
Elektrolyse (11)
Kirchhoffsches Gesetz (12)
Feld (magnetisch) (13)
Potential (elektrisch) (14)
Wechselstrom (15)

Niveau 3:

Dipol (elektrisch) (16)
Element (galvanisch) (17)
Entmagnetisierung (18)
Faraday-Gesetz (19)
Induktion (20)
Oerstedsches Gesetz (21)
Spannung (22)

Niveau 4:

Kapazität (23)
Lorentzkraft (24)
Permeabilität (25)
Potential (magnetisch) (26)
Quadrupol (27)
Selbstinduktivität (28)
Widerstand (29)

Niveau 5:

Biot-Savartsches Gesetz (30)
Diamagnetismus (31)
Dielektrizitätskonstante (statisch) (32)
Ferromagnetismus (33)
Impedanz (34)
Leitfähigkeit (35)
Ohmsches Gesetz (36)
Paramagnetismus (37)
Transformator (38)

Niveau 6:

Beweglichkeit (39)
Curiegesetz (40)
Eigenschwingungen (41)
Elektromotorische Kraft (42)
Koerzitivkraft (43)
Polarisation (elektrische) (44)

Niveau 7:

Entelektrisierung (45)
Verschiebung (elektrische) (46)

Niveau 8:

Brechung (47)
Feldenergie (48)
Maxwellsche Gleichungen (49)
Verknüpfungsgleichungen (50)

Niveau 9:

Potentiale, avancierte und retardierte (51)
Poynting-Vektor (52)
Wellengleichung (53)

Niveau 10:

Dielektrizitätskonstante, dynamische (54)
Hertzscher Dipol (55)
Hohlleiter (56)
Polarisation (der Wellen) (57)
Telegraphengleichung (58)
Wellenwiderstand (59)

Niveau 11:

Absorption (60)
Reflexion (61)

Niveau 12:

Eindringtiefe (62)
Fresnel-Gleichungen (63)
Skineffekt (64)

Bild 2: Lehrstoffelemente alphabetisch, nach Niveaus geordnet (Becker-Sauter, Theorie der Elektrizität)

Die eben beschriebene Niveaustruktur ist nicht die einzig mögliche: man kann die Elemente auch etwa nach vorausgesetztem Baumvolumen ordnen. Im folgenden beschränken wir uns auf Niveaus gleicher Astlänge, da die Folgerungen nicht kritisch von der speziellen Wahl der Niveaustruktur abhängen.

Von einem Lehrprogramm wird man zunächst naiv erwarten, daß es die Folgerichtigkeit nicht verletzt, daß die vorausgesetzten Elemente also den Folgeelementen vorausgehen („*natürliche Folge*"). Die Niveaustruktur liefert ein mögliches Konstruktionsprinzip für Lehrprogramme. Man nehme etwa zunächst die Elemente des Nullniveaus in alphabetischer (also zufälliger) Reihenfolge, dann Elemente des Niveaus 1 usw., bis alle Elemente ausgeschöpft sind. Die so gewonnene natürliche Folge ist jedoch nicht die einzig mögliche, sondern eine unter vielen anderen natürlichen Folgen. Abgesehen davon, daß sie die Bedingung der Folgerichtigkeit erfüllt, trägt sie einen ausgesprochenen Zufallscharakter.

Die Folge der Elemente, wie sie im Lehrbuch vorkommen, ist in Bild 3 angegeben. Bis auf wenige Ausnahmen handelt es sich hierbei wieder um eine natürliche Folge. Diese Tatsache wird auch durch häufiges Auftreten von Wiederholungen nicht beeinträchtigt.

Es ist interessant, die künstliche natürliche Folge mit der Elementfolge im Lehrbuch (Bild 3) zu vergleichen. Zu diesem Zwecke führen wir einige Begriffe ein.

Wir definieren zunächst den *Abstand* L_{kj} zweier voneinander abhängigen Elemente e_k, e_j für die folgenden drei Fälle:

A) **Strukturabstand** L^S_{kj} = Anzahl Lehrschritte zwischen den beiden Elementen, die nötig sind, um im Kohärenzgraphen auf kürzestem Wege von e_j nach e_k zu gelangen. In Bild 1 findet man als Beispiel: e_j = Selbstinduktivität, e_k = Wellenwiderstand, $L^S_{kj} = 1$.

B) **Zufallsabstand** L^Z_{kj} = Anzahl Lehrschritte zwischen den Elementen e_j, e_k für den Fall linearer Anordnung nach aufsteigenden Niveaus gleicher Astlänge, und innerhalb der Niveaus alphabetisch. In Bild 2 findet man für die beiden genannten Elemente den Zufallsabstand $L^Z_{kj} = 31$.

C) **Textabstand** L^T_{kj} = kleinste Anzahl Lehrschritte zwischen den Elementen e_k, e_j, bei Zugrundelegung der Reihenfolge im Lehrbuch und unter Berücksichtigung der Wiederholungen. Bild 3 ergibt für die Elemente „Selbstinduktivität" und „Wellenwiderstand" einen Textabstand $L^T_{kj} = 3$.

Nun soll angenommen werden, daß die Elementfolge in vielbenutzten, von erfahrenen Didaktikern geschriebenen Lehrbüchern näherungsweise das didaktische Optimum darstellt. Um die Textfolge mit der zufälligen Folge quantitativ korrelieren zu können, bildet man nun *Differenzen* von eben eingeführten Abständen L_{kj}:

$$\Delta^{ZS}_{kj} = |L^Z_{kj} - L^S_{kj}| = \text{Differenz des Zufalls- und des Strukturabstands}$$

$$\Delta^{TS}_{kj} = |L^T_{kj} - L^S_{kj}| = \text{Differenz des Text- und des Strukturabstands}$$

Lad *Ladung,*
Fel *Feld, elektrisch,*
Str *Strom,*
Ely *Elektrolyse,*
Far *Faraday-Gesetz,*
Ato *Atomistik,*
Ekn *Elektron,* Lad, Fel,
Pel *Potential (elektrisch),*
Spg *Spannung,*
Cmb *Coulomb-Gesetz,* Fel, Lad,
Ltr *Leiter,*
Isl *Isolator,* Pel, Lad, Str, Cmb, Pel, Spg,
Kap *Kapazität,* Ltr, Lad,
Dpe *Dipol (elektrisch),* Fel, Cmb, Pel, Dpe,
Qdp *Quadrupol,* Kap, Isl,
Dek *Dielektrizitätskonstante (statisch),*
Pol *Polarisation (elektrisch),* Dpe, Ato, Fel, Cmb,
Ver *Verschiebung,* Lad, Pol,
Bre *Brechung,* Isl, Ver, Pol,
Eel *Entelektrisierung,* Lad, Cmb,
Fen *Feldenergie,* Dpe, Qdp, Ltr, Isl, Spg, Dek, Kap, Ver, Str, Lad,
Kir *Kirchhoffsches Gesetz,* Pol, Ver, Str,
Wid *Widerstand,*
Ohm *Ohmsches Gesetz,* Cmb, Ekn,
Ltf *Leitfähigkeit,* Fel, Ato, Fen, Ely,
Bwg *Beweglichkeit,*
Gal *Element (galvanisches),* Str,
Emk *Elektromotorische Kraft,* Fen, Ekn, Fel, Ver, Pol, Lad,
Mag *Magnetisierung,*
Ind *Induktion,*
Fmg *Feld (magnetisch),*
Dpm *Dipol (magnetisch),* Str,
Lor *Lorentzkraft,* Lad, Pel,
Oer *Oerstedsches Gesetz,* Lor, Ekn, Pel
Pmg *Potential (magnetisch),*
Bio *Biot-Savartsches Gesetz,* Str, Dpm, Ato, Fmg, Ind, Mag,
Per *Permeabilität,*
Dia *Diamagnetismus,*
Par *Paramagnetismus,*
Cur *Curiegesetz,*
Fer *Ferromagnetismus,* Mag, Fmg,
Krz *Koerzitivkraft,* Cur,

Emg *Entmagnetisierung,* Ind, Str,
Sin *Selbstinduktivität,*
Wsr *Wechselstrom,* Wid, Sin, Spg,
Imp *Impedanz,* Spg, Ind,
Trf *Transformator,* Kap, Pel, Spg,
Eig *Eigenschwingung,* Fen, Lor, Ind, Oer, Ver, Pol, Fel, Kap, Lad,
Max *Maxwellsche Gleichungen,* Dek, Per, Ltf,
Vgl *Verknüpfungsgleichungen,* Fen,
Poy *Poynting-Vektor,* Fen, Max, Fmg, Fel,
Wgl *Wellengleichung,*
Pwl *Polarisation (der Wellen),* Max, Fmg, Fel,
Tel *Telegraphengleichung,* Isl, Bre, Dek, Ltf,
Abs *Absorption,* Ltf, Ohm,
Ein *Eindringtiefe,* Ato, Ekn, Pol,
Dyn *Dielektrizitätskonstante (dynamisch),* Bre, Isl, Ltr, Wgl, Fel, Fmg, Poy,
Ref *Reflexion,*
Fre *Fresnel-Gleichungen,* Wsr,
Ski *Skineffekt,* Sin, Wid, Imp, Max, Kap, Sin, Poy, Ind,
Wwd *Wellenwiderstand,* Tel, Wid, Kap, Sin, Wgl, Max,
Hhl *Hohlleiter,* Max, Bio, Pel, Pmg, Fen, Ekn,
Pav *Potentiale (avancierte und retardierte),* Dpe, Eig,
Her *Hertzscher Dipol.*

Bild 3: Reihenfolge der Lehrstoffelemente, einschließlich der nichttrivialen Wiederholungen (Becker-Sauter, Theorie der Elektrizität)

Die Häufigkeitsverteilungen $f(\Delta_{ij}^{ZS})$ und $g(\Delta_{ij}^{TS})$ für die Elektrizitätslehre (Becker-Sauter, 1962) sind in Bild 4 gezeigt. Jeweils wird die Anzahl Fälle als Funktion der Größe Δ_{ij} aufgetragen, für alle Paare abhängiger Elemente e_i, e_j. Das Summenintegral der Häufigkeitsverteilung ist übrigens gleich dem Baumvolumen des Kohärenzgraphen.

Wie schon bei der Analyse eines weniger umfangreichen Lehrbuchs (Hund, 1950) gezeigt werden konnte (Bošnjaković, 1974) weisen die Verteilungen $f(\Delta_{ij}^{ZS})$ und $g(\Delta_{ij}^{TS})$ auffällig verschiedenes Verhalten auf. Die Verteilung $f(\Delta_{ij}^{ZS})$ bleibt überall flach, entsprechend der Erwartung im Falle einer zufälligen Verteilung der Elemente, die unkorreliert ist mit dem Verlauf von logischen Ketten im Kohärenzgraphen. Die Verteilung $g(\Delta_{ij}^{TS})$ ist für Werte $\Delta_{ij}^{TS} \geqslant 10$ ebenfalls flach, zeigt aber ein ausgeprägtes Maximum für kleinere Werte, entsprechend einer positiven Korrelation zwischen dem Text- und dem Strukturabstand. Nach Abzug eines konstanten Untergrundterms (additive Konstante) läßt sich die Funktion $g(\Delta_{ij}^{TS})$ näherungsweise beschreiben als eine Exponentialverteilung:

(1) $$g(\Delta_{ij}^{TS}) = A \exp\left(-\frac{\Delta_{ij}^{TS}}{\Delta K}\right)$$

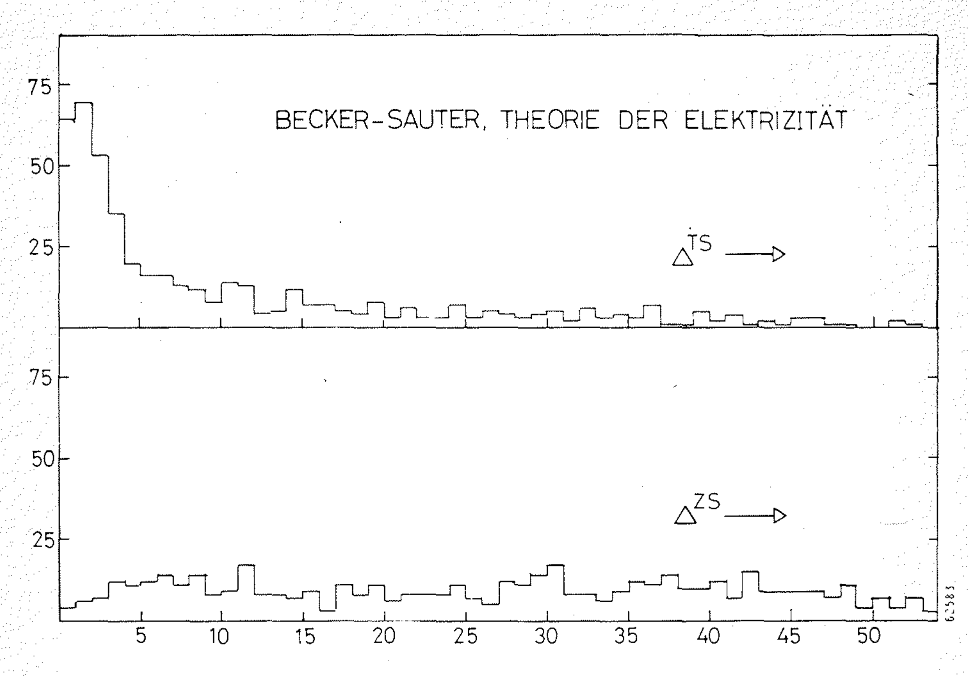


Bild 4: Frequenzverteilung für die Differenzen des Text- und Strukturabstands (oben) und des Zufalls- und Strukturabstands (unten)

Es wurde auch versucht, die Häufigkeitsverteilung g durch eine Gaußverteilung, $\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta_{ij}^{TS}}{\delta K}\right)^2\right)$, zu beschreiben. Dieser Ansatz konnte aufgrund des Fischerschen χ^2-Tests ausgeschlossen werden.

Eine numerische Anpassung ergibt als besten Wert $\Delta_K = 5.0 \pm 0.5$. Die Breite Δ_K des Intervalls der Variablen Δ_{ij}^{TS}, innerhalb dessen die Funktion g von ihrem Maximumwert auf den Bruchteil $1/e$ abfällt, nennen wir die *Kohärenzlänge.*

Das Auftreten eines Korrelationsmaximums bedeutet, daß die (didaktisch optimierte) Textreihenfolge die logische Kette, die zu einem gewissen Element im Graphen folgt, möglichst wenig unterbricht. Die Kohärenzlänge, die etwa 5 Lehrschritte beträgt, ist die typische Länge der ununterbrochenen logischen Kette. Die Häufigkeitsverteilung $f(\Delta_{ij}^{ZS})$ dient als Kontrollverteilung, das Fehlen eines Korrelationsmaximums in diesem Falle beweist, daß es sich tatsächlich um eine zufällige Folge handelt.

IN EIGENER SACHE

In Heft 4/1974 unserer Zeitschrift (S.126) kündigten wir bereits an, daß wir künftig zusammen mit mehreren anderssprachigen Zeitschriften eine gemeinsame Knapptextbeilage gestalten wollen, die in unsere Zeitschrift ebenso wie in die beteiligten anderen eingebunden wird. Wir zogen damit die Konsequenz aus dem erstaunlichsten Ergebnis der Meinungsumfrage des Instituts für Kybernetik, nämlich daß fast 90 % unserer (potentiellen) Leser Zusammenfassungen von Fachartikeln verschiedensprachiger Zeitschriften in einer leicht lernbaren Plansprache befürworten. Das erste Heft dieses - nicht getrennt beziehbaren, aber herauslösbaren - Knapptextorgans wird mit GrKG 16/1 hier vorgelegt.

Diese gemeinsame Beilage mit Knapptexten der wichtigsten Originalarbeiten von Zeitschriften aus verschiedenen Sprachbereichen möge der weltweiten wissenschaftlichen Zusammenarbeit helfen.

Die Benutzung der Internationalen Sprache statt einer Nationalsprache erfüllt erstens den Wunsch nach Neutralität. Zweitens hat sich gezeigt, daß keine Nationalsprache langfristig als Resumé-Sprache bevorzugt wird. Drittens ist eine Plansprache klarer, genauer und für die automatische Dokumentation und Informationsverarbeitung besser geeignet als irgend eine Nationalsprache.

Die Autoren mögen selbst den "Dialekt" der Internationalen Sprache wählen, in welchem sie ihre neuen Resultate zusammenfassen oder in die sie eine solche Zusammenfassung übersetzen lassen: Esperanto, Ido, Intal, Interlingua, Neo, Occidental = Interlingue, oder eine andere. Ein Wissenschaftler, der eine dieser Plansprachen gelernt hat, versteht auch alle anderen Varianten. Als Lernzeit benötigt ein Wissenschaftler nicht mehr als 2o Stunden für die Lesefertigkeit wissenschaftlicher Texte in Esperanto (bei den anderen Plansprachen noch weniger) und etwa 2o weitere Stunden, bis er in dieser Sprache selbst schreiben kann (bei den anderen etwas mehr). Die Grundzüge verschiedener Plansprachen werden je durch ein Extrablatt in diesem und den künftigen Heften dargestellt.

Die Kosten dieses Beitrags zur gleichberechtigten Verständigung zwischen verschiedensprachigen Wissenschaftlern übernimmt vorläufig das INSTITUT FÜR KYBERNETIK (Berlin und Paderborn).

Die Beilage geht also weder auf Kosten des bisherigen Umfangs der GrKG noch bringt sie eine Erhöhung der Bezugskosten mit sich, vielmehr handelt es sich um eine subventionierte, zusätzliche Leistung für unsere Leser!
Beim Vergleich der Übersetzungen der Absätze 2-5 des gegenwärtigen Textes in verschiedene Plansprachen am Anfang des beigefügten ersten Knapptextheftes wird der Leser sich selbst ein Urteil über die leichte Lernbarkeit der wichtigsten "Dialekte" der Internationalen Sprache bilden können. Weitere Orientierungsmöglichkeiten sind den Anzeigen auf dem gegenwärtigen Beiblatt zu entnehmen.

Januar 1975 Die Schriftleitung

HOMO KAJ INFORMO

Komuna resumaro de diverslingvaj sciencaj revuoj

Partoprenas ĝis nun :

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (GrKG), Schroedel, D-3 Hannover-Döhren, Postfach 260620 (F. R. Germanujo)

Lenguaje y Ciencias, Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Revista de Pedagogia Cibernetica e Instruccion Programada Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Sirkulare de Intal, E. Weferling, Jasper-Allee 72, D-33 Braunschweig, (F. R. Germanujo)

Tudományos é műszaki tájékoztatás, Budapest VIII, Reviczky utca 6 (Hungarujo)

Bulletin de UCODI, Centre Imago, Celestijnenlaan 200 c, 3030 Heverlee, (Belgujo)

Információ-Elektronika, Statisztikaj Kiadó c/o T. Vasko, H-1181 Budapest, Hosszúház u. 23 (Hungarujo)

Audiovisualis, Közlemenyek, Budapest VIII, Reviczky u. 6 (Hungarujo)

Kajero 1
Jaro 1975

Redakcio :
Institut für Kybernetik
S-rino B. Frank-Böhringer
D-479 Paderborn
Riemekestraße 62
F. R. Germanujo

La resumoj estas skribitaj de la aŭtoroj mem kaj tradukitaj poste

INFORMO PRI ĈI TIU ALDONAĴO

Ĉi tiu komuna aldonaĵo kun resumoj de la plej gravaj originalaj publicaĵoj el revuoj de diversaj lingvo-regionoj helpu al la tutmonda scienca kunlaboro.

La uzo de la Internacia Lingvo anstataŭ de nacilingvo estas unue konsekvo de la emo al neutraleco. Due, montriĝis ke neniu nacia lingvo estas dum longa tempo preferata kiel resum-lingvo. Trie, planlingvo estas pli klara, pli ekzakta kaj pli taŭga por la aŭtomata dokumentado kaj inform-prilaboro ol iu ajn nacia lingvo.

La aŭtoroj mem selektu la "dialekton" de la Internacia Lingvo, en kiu ili resumos siajn novajn rezultojn, aŭ en kiun ili tradukigos tian resumon: Esperanto, Ido, Intal, Interlingua, Neo, Occidental (= Interlingue) aŭ alia. Scienculo lerninta unu el tiuj planlingvoj ankaŭ komprenas ĉiujn aliajn variantojn. Kiel lerno-tempon scienculo bezonas maksimume 2o horojn por atingi la kapablon legi sciencajn tekstojn en Esperanto (ĉe la aliaj planlingvoj eĉ malpli) kaj ĉirkau 2o suplementajn horojn ĝis li mem povos skribi en tiu lingvo (ĉe la aliaj iom pli). La karakterizajn trajtojn de la diversaj planlingvoj klarigos apartaj folioj en tiu ĉi kajero kaj en la venontaj.

La kostojn de ĉi tiu kontribuo por la egalrajta interkompreno de diverslingvaj scienculoj pagos provizore la Institut für Kybernetik (Berlin kaj Paderborn).

Januaro 1975 Prof. d-ro Helmar Frank

(Esperanto-traduko de Tazio Carlevaro, médecin, Chapelle 7, CH-22o8 , Les Hauts-Geneveys)

INFORMO PRI IC ADJUNTURO

Ca komun adjunturo kun rezumi dil maxim importanta originala publisuri de revui di diversa linguo-regioni helpez la mondala ciencal kunlaboro.

L' uzo di Linguo Internaciona vice nacionala linguo esas unesme konsequo dil deziro di neutreso. Duesme, montris su, ke nula nacionala linguo priferesas dum longa tempo quale rezumlinguo. Triesme planlinguo esas plu klara, plu exakta e plu apta por l'automata dokumentizo e l'inform-elaboro kam irgaquala nacionala linguo.

L' autori ipsa selektez la "dialekto" dil Internaciona Linguo, en qua li rezumos sua nova rezulti o aden qua li tradukigos ta rezumo: Esperanto, Ido, Intal, Interlingua, Neo, Occidental (= Interlingue), od altra. Ciencisto lerninta un ek ta planlingui anke komprenas omna altra varianti. Kom lerno-tempo, lu bezonas admaxime 2o hori por atingar la kapableso lektar ciencala texti en Esperanto (por altra planlingui anke mine) e cirkum 2o suplementa hori til lu ipsa povas skribar en ta linguo (por altra planlingui kelke pluse). La karakteriziva traitin dil diversa planlingui explikos aparta folii en ca kayero ed en le sequonta.

La kustin di ca kontributuro al equiyura interkompreno di ciencisti diverslingua pagos provizore l'Institut für Kybernetik (Berlin e Paderborn).

Januaro 1975 Prof. D-ro Helmar Frank

Traduko en Ido: Tazio Carlevaro, médecin, Chapelle 7, CH-22o8, Les Hauts-Geneveys

KOMUNIKATION PRI TI ADJUNTAJE

Ti komuni adjuntaje kon kurti tekstes del maks importanti original-publikations ek revús de diversi lingue-regions mey helpa al siensal kolaboration in le toti monde.

Le uzo del lingue international vise de un lingue national untim satisfakta le deziro pri neutralité. Dutim rezulted, ke nul national lingue longtemp es preferat kom rezumé-lingue. Tritim, un planlingue es plu klari, plu eksakti e plu bon apti por le automatik dokumentation e perlaboro de information kam eni lingue national.

Le autores self mey elekta le "dialekte" del lingue international, in kel les ve rezuma lesi novi rezultates o in kel les lasa traduktar un tal rezumé: Esperanto, Ido, Intal, Interlingua, Neo, Occidental (= Interlingue) o un altri. Un siensist, ki ha lerna un de ti planlingues komprenda ank omni altri variantes. Kom lernotempor un siensist bezona non plu kam 2o hores por le lektokapabilité de siensal tekstes in Esperanto (ce le altri planlingues ankor plu pok) e sirka 2o plusi hores, til ke il self pot skripta in ti lingue (ce le altris un pok plus). Le karakteristik trets de diversi planlingues es deskriptat per singul extra-folie in ti kayere e in le sekvantis.

Le kostos de ti kontribution por le egaljuri interkomprendo de diverslingual siensistes ve payat provizorim par le INSTITUT FÜR KYBERNETIK (Berlin e Paderborn).

Januar 1975 Prof. Dr. Helmar Frank

Traduktat in Intal: Erich Weferling, D-33 Braunschweig, Jasperallee 72

AVISO RE HIC ANNEXO

Iste supplemento commun con summarios del labores original le plus importante de revistas ex varie regiones linguistic debe adjutar le global cooperation scientific.

Le uso de un lingua international in vice de un idioma national primo realisa le desiderio del neutralitate. Secundo il se ha monstrate que necun idioma national es al longe preferite como lingua pro resumitos. Tertio un lingua planate es plus clar, plus precise e melio apte al documentation automatic e al tractamento de informationes quam ulle idioma ethnic.

Le autores ipse pote seliger le "dialecto" del Lingua International, in le qual illes summarisa lor resultatos nove o face traducer un tal summario: Esperanto, Ido, Intal, Interlingua, Occidental (= Interlingue) o un altere. Un scientista habente apprendite un de iste linguas planate comprende etiam omne altere variantes. Pro acquirer le facilitate de leger un texto scientific in Esperanto un scientista non besonia plus quam vinti horas de apprendimento (pro le altere linguas planate quidem minus de tempore), e circa 20 horas ulterior usque ille ipse sape scriber in iste lingua (pro le alteres aliquanto plus).

Le elementos del differente linguas planate sera demonstrate per un folio particular pro cata un in iste quaderno e in illos a sequer.

Le costos pro iste contribution al cointendimento isonome, i.e. con equal derectos, inter scientistas diversilingue sera provisorimente assumite per le Instituto pro Cybernetica, Berlin e Paderborna.

Januario 1975 — Prof. dr. Helmar Frank

(Interlinguisate per dr. Helmut E. Ruhrig)

KUMUNIK PRI ET SUPLEMENT

Et komun suplement kon textos koncisa del vikesta opros origa da magazinyos de divers linguo-rejonos elpu al mondostenda shensa kolabor!

L' uto de un adlinguo, sedice Internasyona, inloke kel linguo nasyona prime kumpar lo bram al neutrismo. Due, benevida, nil nasyonolinguo longdule favorat as sunto-linguo. Tree, planlinguo plu klara, plu exakta e plu propala po autom-dokumentazo ed inform-oprado qam kel linguo nasyona.

L' autoros self elgu lo "dialekto" del Interlinguo, in keo zi dezar sunti sa nuv rizultos o in keo zi dezar fi traduki tal sunto: Esperanto, Neo, Ido, Interlingua, Interlingue (= Occidental) o kelosa. Un doktun o shensist lerninda un d'et planlinguos kapor an totosa varyantos. Maxime 2o oros un shensist bezonar ut pi lekti shensa textos in Neo o Esperanto (shel osa planlinguos uske mine) e cir 2o plua oros, us ilself por skribi in et linguo (shel osas forse epe plu). Meze un extra folyo in et num, e nel futuras, prezentator shakyes lo karaktalos del divers adlinguos.

L' Institut für Kybernetik (Berlin e Paderborn) provizore pagor lo kosto d'et kontrib a un interkompren egalreka de def-lingua shensistos.

janar 1975 — Prof. Dr. Helmar Frank

Traduk in Neo: Johann Krüger, Akademio de Neo, P.O.Box 6o21, AMSTERDAM, (Nedo-Nederland)

COMUNICATION PRI LI PRESENT ANEXE

Ti comun anexe con concis textus del maxim important labores original de revúes ex divers regiones lingual mey servir li scientic colaboration universal.

Li usa de un lingue international vice un lingue national satisfá primarimen li postulate del neutralitá. In duesim loc it ha monstrat se que null lingue national sta favorit por long témpor quam lingue de resumate. Finalmen, un plan-lingue es plu clar, plu precis e plu apt por li documentation automatic e por li perlaboration del information quam alquel altri lingue.

Li autores es líber electer self li "dialecte" del lingue international med quel ili resuma lor nov resultates o in quel ili fa traducter un tal resumate: Esperanto, Ido, Intal, Interlingua, Neo, Occidental (= Interlingue) o alquel altri. Li scientist quel ha aprendet un de ti plan-lingues comprende anc omni altri variantes. Li témpor de aprension quel il besona por saver leer un textu scientic ne excede 20 hores por Esperanto (e ancor minu che li altri planlingues) e circa 20 hores suplementari por esser capabil expresser se self in it (che li altres un poc plu mult). Li principies de varie plan-lingues va esser exposit in un folie separat, adjuntet a ti-ci e al futur cadernes.

Li INSTITUTE POR CYBERNETICA (Berlin e Paderborn) porta provisorimen self li custas por ti contribution al egal-jurisat intercomunication de scientistes diverslingual.

Prof. Dr. Helmar Frank

(Traductet in Occidental = Interlingue per A. Matejka,
CH - 2300 La Chaux-De-FONDS,
8, Av. Leopold Robert)

Weltner, Klaus: Lernen im Zusammenhang, ein Versuch zur Ermittlung optimaler Lehrstoffanordnungen (lerni en konekso; provo por eltrovo de optimalaj instruaĵ-aranĝoj), en: GrKG 15/4, 1974, 103 - 110

Estas parta problemo ĉe la planado de la kursoj kaj instruado determini la sinsekvon de la istruunuoj. Konata estas la observo de logikaj dependoj. (LANSKY, GAVINI). Optimalan instruaĵaranĝon signas kromaj didaktikaj kriterioj. Senpere sinsekve prilaboritaj unstruaĵunuoj logike aŭ enhave koheraj, aŭ bazantaj sur samaj formalaj strukturoj, ili povas faciligi lernadon. La kvantogrando de tiaj faciligoj povas esti au empirie esplorita aŭ taksita de esplorantoj. Tiabaze oni povas doni optimalajn vicojn. Empirie kontrolita, tiu ĉi koncepto estas por la instruaĵo: vektoralgebro. La lerntempo kaj lernsukceso estis pli bona en paralel-grupoj, se la aranĝoj de la unuoj estis adekvata al la optimaliga kriterio.
Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. Klaus Weltner, 62 Wiesbaden, Taunusstr. 63 B
Esperanto-traduko de H. Tautorat, D-1 Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

Hirsig, Dr. René: Analyse des Konformitätsverhaltens nach systemtheoretischen Ansätzen (analizo de la konformiĝa konduto laŭ sistemteoriaj metodoj) en: GrKG 15/2, 1974, S. 51 - 62

La konformiĝa konduto de esploritoj, komprenata kiel adaptiĝa konduto de iu individuo al la norma valorigo de kunesplorita grupo, estis observata en kvante kontrolita esplorsituacio kaj pro tio alirebla per sistemteoria prilaboro. La proponita metodika aliro permesas ampleksan priskribon de la konformiĝa proceso per fenomenologia procesmodelo en kiun enfluas ĉiuj observeblaj kaj kvantigaj grandoj. Helpe de simulacio per la procesmodelo oni povas ekkompreni la interdependecon de la unuopaj influgrandoj kun la konformiĝa konduto. Tiel oni observis la influojn de la grando, de la "faka" kaj de la "socia" konsisto en la kunesplorita grupo al la konformiĝa konduto.
Adreso de la aŭtoro: Dr. René Hirsig, Institut für Verhaltenswissenschaft ETH Zürich, CH-8006 Zürich, Turnerstr. 1
Esperanto-traduko de H. Tautorat, D-1 Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

LA INTERNACIA LINGVO ESPERANTO

Konciza prezentado de la fonetiko, gramatiko kaj vortformado

1. Fonetiko

La ortografio estas fonetika. La vokaloj estas: a, e, i, o, u ; prononco mezlonga kaj nefermita. Komparu la hispanan, serbokroatan aŭ germanan lingvon. La prononco de la konsonantoj b, d, f, g, k, l, m, n, p, t similas la anglan, francan aŭ germanan lingvon. Listo de la ceteraj konsonantoj: (A = angla, F = franca, G = germana, H = hungara, Hi = hispana, I = itala)

Konso-nanto	fonetika signo	komentario
c	ts	G Zar, I fortezza
ĉ (ch)	tʃ	G deutsch, H Csardas
ĝ (gh)	dʒ	A gentleman, Gin
h	h	kiel en la angla, germana, hungara lingvo
ĥ (hh)	x	A + G Loch
j	j	A yes, G ja, H jó
ĵ (jh)	ʒ	F journal
r	r [R]	kiel en la rusa lingvo
s	s	A sun, G Kuß, F savoir
ŝ (sh)	ʃ	F Charles, A shoe, G Schuh, H sör,
ŭ	ŭ	A how, G Auto, Statue
v	v	germana w, Hi Valencia, H virág
z	z	A Elizabeth, G Rose

La akcentita silabo estas la antaŭlasta, ekzemple : resumo, informo, kibernetiko.

2. Gramatiko

La gramatiko de Esperanto konsistas el 16 fundamentaj reguloj sen esceptoj.

2.1 **Artikolo:** Ekzistas nur unu artikolo, nome la difina "la" (komparu A "the") ; la nedifina artikolo mankas (komparu A kaj G en la pluralo).

2.2 **Substantivo:** La ĝenerala finaĵo de la substantivo estas "-o".

	nominativo	akuzativo
singularo	resumo	resumon
pluralo	resumoj	resumojn

La ceterajn kazojn oni formas per prepozicioj:

genitivo :	de la . . .
dativo :	al la . . .
instrumentalo :	per la . . .
ablativo :	kun la . . .

2.3 **Adjektivo:** La ĝenerala finaĵo de la adjektivo estas "- a".

	nominativo	akuzativo
singularo	konciza resumo	koncizan resumon
pluralo	koncizaj resumoj	koncizajn resumojn

Komparacio (pli, plej) : granda, pli granda, plej granda

2.4 **Verbo:**

formo	finaĵo	ekzemploj
infinitivo	- i	skribi, studi, legi
imperativo	- u	skribu! studu! legu!
kondicionalo	- us	mi skribus, se . . .
prezenco	- as	mi skribas (nun)
imperfekto	- is	mi skribis (hieraŭ)
futuro	- os	mi skribos (morgaŭ)
participoj:		
aktivaj	- ant -	mi estas skribanta
	- int -	mi estas skribinta
	- ont -	mi estas skribonta
pasivaj:	- at -	la letero estas skribata
	- it -	la letero estas skribita
	- ot -	la letero estas skribota

per la vokaloj -a-, -i-, -o- oni esprimas ĝenerale la prezencon, preteriton kaj futuron.

La konjugacio estas formata nur per pronomoj, ne per ŝanĝoj de la finaĵoj:

mi skribas	ni skribas
vi skribas	vi skribas
li (ŝi, ĝi) skribas	ili skribas

2.5 **Adverbo:** La adverbo finas per " -e", anstataŭ " -a" de la adjektivo,

Ekzemple: La infano estas bel<u>a</u>; la infano kantas bel<u>e</u> .

2.6 **Pronomoj:**

2.6.1 **Personaj pronomoj:**

	singularo				pluralo	
	mask.	fem.	neutra	nepersona	persona	nepersona
1-a persono	mi	mi	mi		ni	
2-a persono	vi	vi	vi		vi	
3-a persono	li	ŝi	ĝi	oni	ili	oni

2.6.2 **Posedaj pronomoj:** Oni formas ilin el la personaj pronomoj, aldonante " -a ".

mi → mia, vi → via, . . . ili → ilia

2.7 **Numeraloj :**

2.7.1 **Kardinaloj:**

1	unu	6	ses	11	dek unu	30	tridek
2	du	7	sep	12	dek du	40	kvardek
3	tri	8	ok	20	dudek	50	kvindek
4	kvar	9	naŭ	21	dudek unu	100	cent
5	kvin	10	dek	28	dudek ok	1000	mil

2.7.2 **Ordinaloj:** Oni formas ilin, aldonante al la kardinaloj la finaĵon "-a".

Ekzemple: La 1-a (unua) de aprilo, la 3-a (tria) konferenco.

2.7.3 **Adverbaj numeraloj:** Oni formas ilin, aldonante al la kardinaloj la finaĵon "-e".

Ekzemple: 1) unue, 2) due, 3) trie . . .

2.7.4 **Frakciaj numeraloj:** (-on-); 1/2 duono, 1/4 kvarono, 2/3 du trionoj.

2.8 **Prepozicioj.** La prepozicioj ne regas la akuzativon, escepte en la senco de direkto, mezuro, pezo,.
Ekzemple: La libro estas sur la tabl<u>o</u> ; mi metas la libron sur la tabl<u>on</u> ; tri gramoj<u>n</u> da oro, tri bitoj<u>n</u> da informo.

La prepozicioj esprimas difinitan rilaton. Por la rilatoj ne klare esprimeblaj oni uzas la prepozicion "je".
Ekzemple: Je via sano! Resumo riĉa je informo.

2.9 **Demandoj.** Alternativ-demandon oni formas per la vorto "ĉu".
Ekzemple: Ĉu Norbert Wiener parolis la ĉinan lingvon ? Rilate la interogativpronomojn vidu § 3.3.

3. Vort-formado

3.1 **Kompositoj:** Kunmetitaj vortoj estas formataj laŭ la germana-greka-hungara metodo. Por la unua vorto sufiĉas la radiko.
Ekzemple: informovaloro = informvaloro, kalkulocentro = kalkulcentro, hele-blua = helblua.

3.2 **Afiksoj:** Esperanto ne bezonas multe da radikoj, ĉar oni povas formi novajn esprimojn tute logike per prefiksoj kaj sufiksoj, sen propra studado.

3.2.1 **Prefiksoj:**

mal–	(kontraŭo):	granda kongreso, malgranda konferenco
ek–	(komenco):	la prezidanto ekparolas
re–	(ripeto, returno):	mi legas kaj relegas la protokolon.
mis–	(falsa):	li miskomprenis min

3.2.2 **Sufiksoj:**

–ad–	(longa daŭro): pluvas, pluvas, pluvas = pluvadas.
–aĵ–	(objekto, materio): limonado estas trinkaĵo; mangaĵo, skribaĵo
–an–	(membro): amerikano, afrikano, luterano, nederlandano, klubano
–ar–	(kolektivo): resumoj, resumoj = resumaro; la arbaro, homaro, vortaro
–ebl–	(povas esti): la muzeo estas vizitebla; la lingvo estas lernebla; studebla
–eg–	(tre granda): granda pordo estas pordego; urbego, domego, amasego
–et–	(tre malgranda): ĉambreto estas malgranda ĉambro; infaneto, kongreseto
–ej–	(loko, spaco): La bakisto bakas la panon en la bakejo; manĝejo, lernejo
–em–	(inklino): La financministro estas ŝparema homo; skribema, parolema
–er–	(parto de tuto): guto da akvo estas akvero; panero, sablero, fajrero
–id–	(juna vivaĵo): La kato havas tri blankajn katidojn; hundido, elefantido
–ig–	(fari ion): La suno varmigas la teron; la servistino purigas la tablon
–iĝ–	(atingi novan staton): La tero varmiĝas; la tablo puriĝas
–il–	(rimedo): mi ŝlosas la pordon per ŝlosilo; lernilo, skribilo, manĝilo
–in–	(feminina): patro kaj patrino, filo kaj filino, viro kaj virino
–ind–	(merito, valoro): valora libro estas leginda libro; vizitinda, bedaŭrinde
–ist–	(profesio): policisto, apotekisto, kibernetikisto. matematikisto
–ul–	(tipa homo): blinda homo estas blindulo; fremdulo, junulo, frenezulo

3.3 Korelativoj (tabel-vortoj)

Ekzistas 5 komencaĵoj kaj 10 finaĵoj kun difinitaj signifoj

finaĵo \ komencaĵo	ki– (demandas) ?	ti– (montras) ⟶	i– (nedifinita) ∃x	ĉi– (ĝeneraliga) ∀x	neni– (negacia) ∄x
–u persono	kiu	tiu	iu	ĉiu	neniu
–o objekto	kio	tio	io	ĉio	nenio
–e loko	kie	tie	ie	ĉie	nenie
–a kvalito	kia	tia	ia	ĉia	nenia
–el maniero	kiel	tiel	iel	ĉiel	neniel
–am tempo	kiam	tiam	iam	ĉiam	neniam
–om kvanto	kiom	tiom	iom	ĉiom	neniom
–al kaŭzo	kial	tial	ial	ĉial	nenial
–en direkto	kien	tien	ien	ĉien	nenien
–es posedanto	kies	ties	ies	ĉies	nenies

4. Ĝeneralaj informoj pri la planlingvo Esperanto

La iniciatoro de Esperanto estis D-ro Ludoviko Lazaro ZAMENHOF (1859 - 1917), oftalmologo en Varsovio/Pollando, Doktoro Zamenhof parolis 20 lingvojn. La 1-a studlibro pri Esperanto aperis en la jaro 1887 en Varsovio sub la titolo "Lingvo Internacia de D-ro Esperanto". "Esperanto" estis la pseŭdonimo de D-ro Zamenhof.
La fundamenta libro pri la lingvo Esperanto estas "Fundamento de Esperanto", Marmande 1963.
La plej grandaj vortaroj ekzistantaj en Esperanto estas "Plena Vortaro de Esperanto", Paris 1956,kaj "Plena Ilustrita Vortaro de Esperanto", Paris 1970.
La decida protekta instanco pri la lingvo estas la "Akademio de Esperanto", Parizo.
Amplekso de la literaturo (originala kaj tradukita): 40000 volumoj.
La plej grandaj Esperanto-bibliotekoj: Biblioteko de Brita Esperanto-Asocio, Londono; Biblioteko "Hodler" der Universala Esperanto-Asocio, Rotterdam; Urba biblioteko (CDELI) de La-Chaux-de-Fonds, Svisio.
Nombro de Esperanto-parolantoj: laŭ takso de prof. D-ro Mario Pei, Columbia-Universitato, Novjorko, 16 milionoj da personoj.
Baza vorttrezoro (ekskluzive internaciajn fak-esprimojn): 2000 radikoj.
Stud-tempo por sciencisto: nur pasiva scio: 20 horojn,
ankaŭ aktiva scio: sume 40 horojn.
Informoj pri Esperanto: Universala Esperanto-Asocio, Nieuwe Binnenweg 176, NL-3002 Rotterdam; Esperanto-Centro, D-479 Paderborn, Riemekestraße 62; ekzistas multaj aliaj informcentroj en la tuta mondo.

Tiun prezentadon de Esperanto preparis StR Walter F. Walther, Schmölz/Kronach, kaj Hermann Behrmann , Paderborn,FRG.

Distribuas: Asocio de Germanaj Esperanto-Instruistoj (AGEI), D-479 Paderborn, Riemekestraße 62.

F. DE CONINCK & A. VERKAEREN: Que vous offre l' UCODI? (Kion ofertas UCODI al vi?) En: UCODI-Bulletin, Nr. 5, Avril 1974, p. 1-3

La tuta numero 5 de la revuo temas pri la diversaj manieroj utiligi la helpadon de la Centro. La dokumentado pri la komputil-helpata instruado kaj pri la aliaj klerigteknologioj, krome la komunikitaj informoj pri la klerigteknologiaj esplorcentroj estas storataj en komputilon. Oni povas utiligi ĝin aŭ rekte per terminalo aŭ per repertuaro kaj per bibliografiaj libroj distribuotaj per UCODI, aŭ demandante rekte la Centron telefone aŭ letere. Instigante la esploradon UCODI organizas somerlernejon kaj seminariojn pri klerigteknologiaj temoj.
Adreso de la aŭtoroj: FdC & AV c/o Centre Imago, Dep. UCODI, Université Catholique de Louvain BE-3030 Heverlee (Belgujo).
Esperanto-traduko de H. Frank, D-479 Paderborn, Brockhöfe 2.

CHANDRASEKHAR, A: A Psycholinguistic Model of Language Acquisitation (Psikolingvistika modelo de lingvo-akiro) En: Lenguaje y Ciencias 14.2, S. 85 -104.

Oni diskutas la esplorojn pri la infanlingvo. Psikolingvistika modelo estas proponata, kiu priskribas la procesojn, per kiuj la infanoj akiras la kompetencon priskribitan de la lingvistoj. La modelo estas diskutata rilate la performancon de la infanlingvo sub variaj kondiĉoj. La modelo distingas diversajn ŝtupojn en la evoluo de la kompetenco. Tiuj ŝtupoj estas skeme indikataj, premisante ke eble ekzistas mekanismoj kiuj kaŭzas la diversajn komponentojn de la kompetenco. Kiel oni montras, nek la nativisma teorio nek la behaviorisma teorio donas kontentigan klarigon de la ĉi-rilataj procesoj.
Adreso de la aŭtoro: Prof. A.Ch. University of Delhi, Department of Linguistics, Delhi, India.
Esperanto-traduko de Hermann Behrmann, c/o FEoLL Paderborn, Rathenaustr. 69-71

BILLING, Katalin - QUITTNER, Pál: Oktatás számitógép segitségével (Edukado helpe de komputilo). En: Információ - Elektronika, Budapest, Statisztikai Kiadó, 1974/1, pp. 30-35.

La komputiloj ricevas ĉiam pli da rolo en la edukado, kvankam la kostoj de edukado per komputilo ankoraŭ estas altaj. La komenco de ĉi tiu eduka formo estis la ellaboro de sistemo PLATO I, ĉe Universitato en Illinois. Por la preparo de instruprogramoj estis redaktitaj pluraj " aŭtoraj " lingvoj. La artikolo priskribas la proceson de organizo de kurso per komputilo , detale prezentas la eduksistemon PLANIT, skizas la avantaĝojn kaj perspektivojn de edukado per komputilo .
Adreso de la aŭtoroj: Dr. Quittner Pál, Egyetemi Számitóközpont, Budapest I X. Dimitrov 8. Billing Katalin, CSO International Computer Education and Information Centre, Budapest XIV. Törökőr u. 18.
Esperanto-traduko de Tibor Vasko, H-1181, Budapest, Hosszúház u. 23.

GRAF, Klaus-Dieter: Formale Didaktik und Formaldidaktiken (formala didaktiko kaj formaldidaktikoj) en: GrKG 14/4, 1973, 109-120

La FRANKa penso de formala didaktiko montriĝis eksterordinare fruktodona por la scienca pedagogio. La en la unua fazo (1965-1969) realigitaj formaldidaktikoj havis precipe sciencteorian signifon. En dua realiga fazo (1969-1971) ekestis plibonigitaj versioj de ALZUDI kaj COGENDI krome novaj: ALSKINDI, VERBAL kaj DIALOG-ALZUDI. Tiuj programoj forlasis kelkajn decidajn komencajn erarojn. Okazis transiro de relative severe kibernetike aŭ informpsikologie orientitaj modeloj al lernteori-pragmatike, parte je la praktiko de la tradicie programita instruado orientitaj modeloj. Ekde ĉirkaŭ 1971 oni celas al unuopaj problemareoj interne de la tuta komplekso por kompletigi la ekzistantajn formaldidaktikojn al praktikeblaj kaj kapablaj sistemoj. Specialan atenton trovas la problemo de sistema komputersubtenata instruaĵ-kaj instrucelhavigo.
Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. Klaus-Dieter Graf, Seminar für Didaktik der Math. der Päd. Hochschule Rheinland, 404 Neuss, Humboldtstr. 2.
Esperanto-traduko de H. Tautorat, D-1 Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

GRAF, Klaus-Dieter: Formale Didaktik und Formaldidaktiken - Ansätze zur Theoriebildung und Ausblick auf notwendige und mögliche Schwerpunkte weiterer Projekte (formala didaktiko - teori-ekformigo kaj elrigardo al necesaj kaj eblaj gravaĵoj de pluaj projektoj) en: GrKG 15/3, 1974, 65-74

La trian fazon de la formala didaktiko ekde ĉirkaŭ 1971 signas antaŭ ĉio, ke per strukturteoriaj kaj ekonomiaj esploroj oni provas racionaligi la evoluon de estontaj formaldidaktikoj kaj per tio ebligi pli bonan adaptiĝon al la unuopaj problemoj de apliko. La atento de la sekvantaj punktoj devus esti decida por la sukceso de estontaj esplor- kaj evolulaboroj.

(1) ĉe ĉiuj nove evoluendaj sistemoj devas esti orientiĝo al la aplikantoj.

(2) ĉe ĉiuj nove evoluendaj sistemoj oni devas atenti kompletecon; t.e. oni devas pritrakti ĉiujn agojn - ĉu algoritmitajn aŭ ne - kiujn oni faras dum la konstruo de instruprogramoj, precipe la sisteman disponigon de la enmetendaj pedagogiaj variabloj.

(3) ĉe ĉiuj nove evoluendaj sistemoj devas esti kuntraktitaj la spertoj kun aŭtorlingvoj, kun rektaj strategioj de la didaktika programado.

(4) ĉe ĉiuj nove evoluendaj sistemoj oni certigu la konekteblon al la komputerakompanata instruado kaj similaj proceduroj.

Esperanto-traduko de H. Tautorat D-1 Berlin 30, An der Apostelkirche 6

Miró Quesada, Francisco: El lenguaje, la ciencia y la política (Lingvo, scienco kaj politiko) En: Lenguaje y Ciencias 14. 3, S. 149-161, Sept. 1974.

La lingvo de la scienco kaj ankaŭ la lingvo de la politiko klopodas konvinki la aŭskultanton. La scienca lingvo estu kiel eble plej vaste "de-subjektivigita", formalizita, kaj ĝi konvinku per objektivaj rimedoj kaj raciaj kriterioj. Kio estas pruvita en scienco, tio devas esti akceptita de la aŭskultanto. La lingvo de la politiko ne donas verecproblemojn; ĝi ne priskribas la realecon, sed postulas, kiel aspektu difinita sektoro de la socio. Necesas, ke ĝi povas esprimi la homajn emociojn, la stilon de la parolanto kaj persvadon. En la lingvo de la politiko la parolanto engaĝiĝas kun la aŭskultanto per tio, ke li kreas ligilon inter si kaj li.
Adreso de la aŭtoro: Prof. F. M. Qu., Lima (Peru), Tomas Marsano 200, Chacarilla del Estanque.
Esperanto-traduko de Hermann Behrmann, c/o FEoLL Paderborn, Rathenaustr. 39-71

WEFERLING, Erich: Komparation del diversi sistems de un lingue international. In: Sirkulare INTAL, Nro. 4, Januar 1973, p. 9-15

Un tabelarik komparation del kvin planlingues Intal, Esperanto, Ido, Interlingue e Interlingua montra, ke nur Esperanto e Intal hav fonologik ortografi. Nur Esperanto konosa nul ekseption del aksento-regul. Nur Esperanto e Ido hav un unik finale por substantives e uniformi sintetik formes del konjugation. Interlingue e Intal hav analitik konjugation. Interlingue e Interlingua konosa nul deklinationfinales. Nur Esperanto hav un obligatori akuzative. Nur Intal far le personal pronoms akustik klar distinktabil. Interlingue e Interlingua prefera cefim latinidi vortes ek le romanik lingues, kontra ke Esperanto, Ido e Intal ank egarda international konosat radikes anglo-germanie e fransi. - Un adjuntat kurt-reprezentation de tri plusi dialektes del lingue international - Eurolatin, Neo e Anglo-Lat - montra, ke Eurolat aspira un sinteze ek Interlingue e Interlingua. Le du altri variantes montra kom novi spesialité gran kurteso del vortes. Ma omni nomat sistems es tam simil kam le dialektes de un unik lingue.
Adrese del autor: Erich Weferling, D-33 Braunschweig, Jasperallee 72.
(Intal-traduktion par le autor del rezumé.)

Györe, P.: "Kemény" és "lagy" tudományok ("malmolaj" kaj "molaj" sciencoj) en: TMTA-A 1974-6-21, kajero 6, paĝo 407-410, Budapesto.

Laŭ STORER, N.W., scienco estas des pli malmola ju pli altan gradon de orditeco havas ĝia scinivelo kaj ju malpli da logikaj kontraŭdiroj enestas en ĝia nocisistemo. Ju pli da matematiko iu scienco aplikas, kun des pli granda ekzakto ĝi povas enordigi novajn ekkonojn kaj des pli valida ĝi povas juĝi novajn sciencajn rezultojn. STORER ellaboris eksperimentan proceduron por mezuri la moleco-gradon de diversaj scibranĉoj. Liaj rezultoj montras, ke en la esplorita periodo (1936-1966) la molaj sciencoj malmoliĝis tendence. La citaĵmezurado de PRICE ankaŭ konkludigas sufiĉe klaran distingeblon de la sciencaj areoj laŭ malmola kaj mola.
Adreso de la aŭtoro: Tudományos és Müszaki Tájékoztatás, Budapest VIII, Reviczky, utca 6
Esperanto-traduko de Hermann Tautorat, D-1ooo Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

KÖNYVES-TÓTH, Pál: A PLATO számítógépbázisu oktatásirendszer (Komputilbaza eduksistemo PLATO) En: Informácio-Elektronika, Budapest, Statisztikai Kiadó, 1974/4. pp. 297-301.

La aŭtoro ĉe Control Data Corporation dum unu jaro okupiĝis (inter aliaj) pri la sistemo PLATO. La sistemo PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation) estas ellaborita laŭ komisio de Control Data Corporation kaj National Science Foundation (USA) far la Komputilbaza Eduka Esplor-Laboratorio (CERL - Computer-Based Education Research Laboratory). La artikolo prezentas mallonge la PLATO - sistemon, kun ĉefa akcento pri la plasmo-terminalo PLATO IV. Prezentas plue la bazajn komando-grupojn de TUTOR "aŭtora" lingvo. Pritraktas la proceson de preparo kaj realigo kaj ankaŭ la kosto-faktorojn. La dua parto raportas pri la spertoj de kelkaj konkretaj eksperimentaj lecionoj.
Adreso de la autoro: Könyves-Tóth Pál, CSO International Computer Education and Information Centre, 1531 Budapest 126. pf. 11.
Esperanto-traduko de Tibor Vasko, H-1181 Budapest, Hosszúház u. 23 prt. 3.

Nöth, Winfried: Kybernetische Regelkreise in Linguistik und Textwissenschaft (kibernetikaj reguladcirkvitoj en lingvistiko kaj tekstoscienco) en: GrKG 15/3, 1974, 75-86

La strukturo de la kibernetika reguladcirkvito estas taŭga modelo por la priskribo de certaj lingvistikaj faktoj. La celo de kibernetika reguladcirkvito estas atingi en sistemo staton de ekvilibro, per kiu iu grando estas tenata konstanta. Regulcirkvitoj en la lingvistiko estas:

I. en la sinkrona lingvistiko
   1. ĝenerale: la direktado de la lingva performanco per la kompetenteco.
   2. speciale:
      a) La normativa gramatiko kiel korektilo al devioj de la akceptita normo.
      b) La retrokuplado inter aŭdanto kaj parolanto sub la celo de optimala reciproka komprenado.
II. Historia (diakrona) lingvistiko: lingva ŝanĝiĝo estas ĝengrando por ĉia lingvo-sistemo. Kiel korektivo kontraŭ disfalo en la lingva sistemo efikas la lingva konscio, kiu kreas novajn ŝanĝojn por stabiligi la sistemon. Ekzemploj el la angla lingvohistorio ilustras tiun cirkviton (fonemŝanĝiĝo, sintaktika ŝ, tekst-ŝ-literaturhistorio).

Adreso de la aŭtoro: Dr. Winfried Nöth, Englisches Seminar der Ruhr-Universität, 463 Bochum-Querenburg, Universitätsstr. 150.
Esperanto-traduko de H. Tautorat, D-1 Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

Balogh, Zoltán: Programrendszer magyar nyelvü szövegek szavainak tövesitéséhez (programadsistemo por la (aŭtomata) formado de radikoj en hungaraj tekstoj) en: TMTA-A 1974-7-21, kajero 7 paĝo 487-491, Budapeŝto.

La strukturo de la hungara lingvo ekskludas pro ĝia specifa apliko de prefiksoj kaj sufiksoj la aplikon de la metodoj akiritaj en la anglalingvaj teritorioj aŭtomate analizi tekstojn. Ĉe la analizo de la vortmaterialo por informregistraj kaj informretrovaj sistemoj kiel ankaŭ por tekstinformojn registrantaj datobazoj troviĝas aro da problemoj en tio ke la havataj vortformoj devas esti reduktitaj al la radikoj; ke la - antaŭ sufiksoj oftaj - ligantajn vokalojn oni devas rekoni kaj demeti; ke ankaŭ la prefiksojn kaj sufiksojn oni devas demeti; ke krome oni devas rekoni la vortspecojn kaj post komparo kun la ekzistanta vortaro identigi ilin. La programadsistemo en la lingvo OS PL/1/F (por IBM 360) ebligis la solvon de tiu tasko per uzo de: Tabeloj de sufiksoj kaj prefiksoj, la t.n. nul-vortaro de formvortoj en tekstoj, la vortaro de enhavo-portantaj radikoj. Rezulte de la prilaboro, tiuj vortaroj povas esti aŭtomate vastigotaj, sed necesas homa kontrolo. Restas la pliaj problemoj: Identigi sufiksojn, sonmalaperon el radikoj kaj ŝanĝojn en la radikaj sonoj.
Adreso de la autoro: c/o Tudományos es Müszaki Tájékoztatás, Budapest VIII, Reviczky utca 6.
Esperanto-traduko de Hermann D. Tautorat, D-1000 Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

Lehrl, Siegfried: Subjektives Zeitquant und Intelligenz (subjektiva tempokvanto kaj inteligenteco) en: GrKG, 15/3, 1974, S. 91-96

Informpsikologiaj variabloj, kiel "mallongtempa registrejo" kaj "subjektiva tempokvanto" estas konceptitaj por la plej alta mezurnivelo: la absolutskala nivelo. Empirie la absolutskala nivelo nur estas plenumita, se diversaj mezurprocedoj sub samaj kondiĉoj ĉe identa objekto indikas la identan elformiĝon de la informpsikologia variablo. Samtempe la mezurrezulto sendependiĝas de la konkrete aplikita metodo. Tiukaze la teoria variablo validas kiel ĝenerale operaciebla. Fakaj publikaĵoj supozigas, ke la subjektiva tempokvanto plenumas la absolutskalan nivelon. Koncepte kaj empirie la subjektiva tempokvanto parte koincidas kun la inteligenteco. Entute ĝi estas interpretebla kiel baza komponento de la fluida (laŭ CATTELL 1965) inteligenteco. Kiel tia ĝi ofertas kaj la avantaĝojn de rapida akiro de datoj, kaj de la mezureblo sur la absolutskala nivelo, kaj novajn rekoneblecojn pri la inteligentec-strukturo kaj inteligentecevoluo.
Adreso de la aŭtoro: Dipl.-Psych. S. Lehrl, Universitäts-Nervenklinik, 852 Erlangen, Schwabachanlage 10
Esperanto-traduko de H. Tautorat, D-1 Berlin 30, An der Apostelkirche 6.

FRANK, Helmar: Vergleichende Wertungen verschiedener Bildungsmedien und Didaktiken (Komparaj prijuĝoj de diversaj klerigmedioj kaj didaktikoj). En: GrKG 15/1, 1974, p. 1-12.

En la kampo de matematika-naturscienca-teknika-kibernetika instrumaterialo ekzistas ĉe kompareblaj lernantoj por diversaj klerigmedioj kaj metodoj (ĉefe PI = programita instruado) konataj komparaj esploroj pri la instru-efikecoj w (= kvanta perado de instrumaterialo dum unu leciono), la lerntempoj t (por tiu leciono), la efikecgradoj w/t ktp. de ĉi tiuj medioj. Kompreneble w, t, w/t, ... ne nur dependas de la medio, sed ankaŭ de la leciono, la lernantoj ktp. - sed de akcepteblaj premisoj sekvas la sendependeco de la kvotientoj $w_1 : w_2$, $t_1 : t_2$, $w_1/t_1 : w_2/t_2$ ktp. por diversaj paroj da medioj disde w, t, w/t, ktp. Tial eblas kalkuli la jenajn relativajn valorojn:

Medio kaj metodo	w/%	t/%	$\frac{w}{t}$/%	η	h/%
klasika prelego	100	100	100	0,29	?
tradicia klerig-televido	107	50	214	0,61	40
tradicia klas-instruado	125	133	94	0,27	?
klerig-televido simila al PI	142	79	179	0,51	43
linearaj instruprogram-libroj	144	90	16o	0,46	41
aŭd-vida, lineara					
individua PI-instruado	149	80	186	0,53	69
paralela (= klas-)instruado	152	90	170	0,49	48
aŭd-vida grup-instruado	169	103	164	0,47	67

(La tabelo aldonas la derivitajn absolutajn efikec-gradojn η, kies teoria maksimumo estas 1, kaj la alimaniere kalkulitajn kono-homogenigojn (=procentajn malpliigojn) h de la kvociento σ/M de la sterno σ kaj la mezumo M.) Bedaŭrinde óni ne jam scias kvante la malcertecojn de ĉi tiuj valoroj.

Adreso de la aŭtoro: H.F., D-479 Paderborn, Brockhöfe 2 (Germanujo)

Resumo en Esperanto per la aŭtoro.

ATENTIGO POR LA AŬTOROJ

La leganto de via originala publikigaĵo memoros la postan tagon nur ankoraŭ parteton. La parteton, kiun vi taksas memorinda, formulu kiel vian resumon! Tiu-ĉi estu koncizaĵo de viaj novaj rezultoj - ne nur sciigo pri la problemoj solvitaj en la originala teksto ofte ne alirebla por la leganto!

La redakcio

2. *Zusammenhang mit dem Speichermodell des Gedächtnisses*

Das Franksche Psychostrukturmodell (Frank, 1962) postuliert in seiner Weiterentwicklung durch Riedel (1967) eine Speicherstruktur, bestehend aus einem *Kurzspeicher* K_k („Bewußtsein") und mehreren Speichern ($K_1 - K_5$), die das *vorbewußte Gedächtnis* ausmachen. Bild 5 enthält empirische Angaben (Riedel, 1967) über die Speicherkapazität, Kanalkapazität und Zerfallszeit der Einzelspeicher. Auffallend ist die starke Korrelation zwischen Zerfallszeit und Kanalkapazität. Über die Zugriffsgeschwindigkeiten zu verschiedenen Speichern ist wenig bekannt.

Ein Lehrstoff kann durch die didaktische Information des Basaltexts charakterisiert werden (Weltner, 1970). Die Vorgabe der Behaltenszeit legt die Kanalkapazität und damit die Gesamtdauer des Lehrgangs für einen bestimmten Basaltext fest. Wie gewinnt man aber die optimale Länge der einzelnen Unterrichtseinheiten? Dazu sei vorausgesetzt, daß die Assoziationsbildung zwar im Kurzspeicher geschieht, jedoch im Falle kohärenter Lehrstoffe bedeutend erleichtert wird, wenn die vorausgesetzte Information in einem Zwischenspeicher griffbereit steht. Diese Voraussetzung ist äquivalent mit der Annahme, daß die Zugriffsgeschwindigkeit mit zunehmender Speicherkapazität abnimmt. (Dieses ist übrigens charakteristisch für gewisse moderne Großrechner-Konfigurationen.) Die Existenz und die Größe der Kohärenzlänge versetzen uns in die Lage, diesen Zwischenspeicher zu identifizieren.

Die Größe der Kohärenzlänge läßt sich in den zeitlichen Bereich übertragen. Nimmt man 0.5 bit didaktische Information pro Schriftzeichen an, so kann der didaktische Inhalt des Lehrbuchs der Elektrizität auf 350 000 bit abgeschätzt werden. Der Lehrstoff selbst entspricht einer Kursvorlesung von etwa 4 Monaten (16 Wochen) Dauer. Rechnet man mit 10 Stunden Lernaufwand wöchentlich (4 Vorlesungsstunden + 6 Stunden Übungen und Eigenstudium), so ergeben sich etwa 10 x 16 = 160 Stunden aktiver Lernzeit. Der augenblicklich zu bewältigende Informationsfluß beträgt also 0.6 bit sec^{-1} und liegt knapp über der Kanalkapazität des Speichers K_2 aus Bild 5.

Speicher		Speicherkapazität I_{max} (bit)	Kanalkapazität α(bit sec^{-1})	Zerfallskonstante β(sec^{-1})	Kennzahl $\frac{\beta}{\alpha} I_{max}$	Sättigungszeit (sec)
Kurzspeicher	K_k	90	16	$1.7 \; 10^{-1}$	0.96	6
Kurz-	K_1	100	1.85	$2.0 \; 10^{-2}$	1.08	52
gedächtnis	K_2	4000	0.50	$1.2 \; 10^{-4}$	0.96	7200
	K_3	20000	0.35	$1.8 \; 10^{-5}$	1.03	54000
Lang-	K_4	10^5	0.29	$3.3 \; 10^{-6}$	1.14	$3.5 \; 10^5$
gedächtnis	K_5	10^6	0.10	$7.1 \; 10^{-8}$	0.71	$8.0 \; 10^6$

Bild 5

Bild 3 enthält 203 Elemente (einschließlich der Wiederholungen). Da zur Aufstellung dieser Liste nur ein Teil des gesamten Lehrbuchs (47 %) benutzt wurde, ist die entsprechende Lernzeit 75 Stunden. Demnach entspricht eine Kohärenzlänge Δ_K von 5 Lehrschritten einer Zeitdauer T_K = 1.9 Stunden, also der ungefähren Dauer einer Vorlesungsdoppelstunde. Diese Zeiteinheit läßt sich in natürlicher Weise aus den Werten für die Kanalkapazität α, Zerfallskonstante β und die Speicherkapazität I_{max} des Speichers K_2 ableiten.

Der augenblickliche Bestand I an lehrstoffspezifischer Information läßt sich beschreiben durch die folgende Differentialgleichung:

(2) $$\frac{dI}{dt} = \alpha - \beta I$$

Mit $I = 0$ zum Zeitpunkt $t = 0$ ergibt sich als Lösung

(3) $$I = \frac{\alpha}{\beta}(1 - e^{-\beta t})$$

K_2 wird innerhalb von 2 Stunden zu 67 % mit Elementen desselben Lehrstoffes gefüllt. Weiteres Füllen von K_2 geht wegen des exponentiellen Charakters der Lösung immer langsamer vor sich und ist daher nicht lernökonomisch.

Allgemein wird der Bruchteil x eines Speichers K gefüllt nach einer Zeit $\tau(x)$, wobei $\tau(x) = \ln(x\frac{\beta}{\alpha}I_{max} - 1)/\beta$.

Es ist interessant anzumerken, daß die Größe $\frac{\beta}{\alpha}I_{max}$ nur einen kleinen Streubereich aufweist und weitgehend unabhängig vom Speicher ist. (Die dimensionslose Größe $\frac{\beta}{\alpha}I_{max}$ scheint die Rolle einer invarianten Kennzahl für das vorbewußte Gedächtnis zu spielen („Gedächtniskennzahl"), siehe Bild 5). Somit ist die Füllzeit $\tau(x)$ bei festem x im wesentlichen nur mehr durch die Zerfallszeit $1/\beta$ bestimmt. Bild 5 enthält auch die Werte von $\tau(x = 0.67)$ („Sättigungszeiten") für verschiedene Speicher. Es ist ersichtlich, daß ein Wert der Kohärenzlänge von T_K = 2 Stunden nur mit der Sättigungszeit des Speichers K_2 kompatibel ist.

Warum sollte ein bestimmter Speicher bei der Assoziationsbildung bevorzugt werden? Wir sprechen nur die Vermutung aus, daß dies mit der Größe der Zugriffsgeschwindigkeit zusammenhängt. Demnach wäre K_2 der größte Speicher, aus dem die Information noch hinreichend schnell abgerufen werden kann, um im Bewußtsein verarbeitet zu werden.

3. *Optimale Lehrstrategie für kohärente Lehrstoffe?*

Wir haben gesehen, daß das Lernen kohärenter Lehrstoffe durch die Existenz einer Kohärenzlänge gekennzeichnet ist, die im Zusammenhang mit der Assoziationsbildung gedeutet wurde. Ist es möglich, einen formaldidaktischen Ansatz zu formulieren, der diesem Umstand gerecht wird? Dazu nehmen wir an, daß der Lernaufwand proportional ist der Summe der didaktischen Informationen I_j der Einzelelemente e_j, vermindert um einen Betrag, der durch die Stärke des Zusammenhangs einzelner Elemente bestimmt wird. Wir schreiben also:

(4) $$L = a \sum_{j=1}^{N} I_j \sum_{kj=1}^{M_j} (1 - e^{-b(t_{kj} - t_{kj-1})}) - \sum_{m}^{M} \sum_{n}^{M} \gamma_{mn} e^{-\frac{|t_m - t_n|}{T_K}}$$

Dabei ist

N = Anzahl voneinander verschiedener Elemente
M_j = Anzahl der Angebote des Elements e_j
M = ΣM_j = Anzahl der Elemente einschließlich der Wiederholungen
γ_{mn} = Stärke des Zusammenhangs der Elemente e_m, e_n
T_K = Kohärenzlänge in Zeiteinheiten (Kohärenzdauer)
t_i = Angebotszeiten
a, b = Konstanten

Der erste Term in (4) stellt den Lernaufwand ohne Kohärenzeffekte, aber unter Berücksichtigung des Vergessens dar. Der zweite Term stellt die Reduktion des Lernaufwandes im Falle der Kohärenz dar. Die Exponentialform findet ihre Begründung in der Gl. (1). Durch Umkehren des Vorzeichens von γ_{mn} können auch Interferenzeffekte (Lernerschwerung) berücksichtigt werden.

Der einfachste Ansatz für γ_{mn} lautet:

$$\gamma_{mn} = \begin{cases} \gamma_0 > 0, & \text{falls } e_m, e_n \text{ voneinander abhängig sind} \\ = 0, & \text{falls } e_m, e_n \text{ nicht voneinander abhängen} \end{cases}$$

Aus diesem Ansatz folgt, daß es Lernerleichterung gibt für $|t_m - t_n| \leqslant T_K$, *unabhängig* von der Reihenfolge der Elemente. Dieses scheinbar paradoxe Ergebnis steht nicht im Widerspruch zum Speichermodell: ist die zur Assoziationsbildung nötige Information einmal in den Zwischenspeicher gelangt, so steht sie griffbereit da, ohne daß man nach der Herkunft fragen muß. Es ist allerdings denkbar, daß die Koeffizienten γ_{mn} auch vom Abstand der Elemente e_m, e_n im Kohärenzgraphen abhängen. In diesem Falle wäre die Reihenfolge der Einspeicherung auch *innerhalb* der Kohärenzdauer wichtig.

Aus Ansatz (4) geht hervor, daß Wiederholungen aus zwei Gründen sparsam angewendet werden sollen. Erstens, um den Gesamtaufwand niedrig zu halten (erster Term), zweitens, um den mittleren Abstand $<|t_m - t_n|>$ abhängiger Elemente zu begrenzen (der bei überhäufiger Wiederholung zunimmt). Andererseits ist es auch plausibel, daß ein Lehrprogramm, aus hinreichend vielen verschiedenen Elementen bestehend, Wiederholungen unbedingt benötigt, da anderenfalls der mittlere Wert von $<|t_m - t_n|>$ mit N wächst und größer als die Kohärenzlänge werden muß. Unwirksamwerden des zweiten Terms ist dann die Konsequenz.

Wir folgern, daß der Ausdruck (4) optimiert werden kann, d.h. es existiert ein Minimum des Lernaufwandes L. Zur genaueren Überprüfung des Ansatzes sind weitere theoretische und empirische Untersuchungen notwendig.

Prof. Dr. K. Weltner danke ich für die ersten Anregungen zu dieser Arbeit, sowie für zahlreiche kritische Gespräche.

Schrifttum

Becker, R.: Theorie der Elektrizität (neubearbeitet von F. Sauter). 1. Band. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1962

Bošnjaković, B.: Untersuchungen zum Lernen kohärenter Lehrstoffe. Referat gehalten beim 12. Symposion über Programmierte Instruktion und Unterrichtstechnologie, Wiesbaden 1974

Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis, Baden-Baden 1962, [2]1969

Hund, F.: Einführung in die Theoretische Physik, 4. Band, Theorie der Wärme. Bibliographisches Institut, Leipzig 1950

Riedel, H.: Psychostruktur. Schnelle, Quickborn 1967

Weltner, K.: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Schnelle, Quickborn 1970

Eingegangen am 20. August 1974

Anschrift des Verfassers:

Dr. Branko Bošnjaković, Les Grangettes, CH - 1299 Commugny VD, Schweiz

Zur Stabilität des zwischensprachlichen Informationsaustausches eines wissenschaftlichen Fachgebietes

von Claus LAMBERT, Darmstadt

1. *Problematik*

Verhältnismäßig wenig Arbeiten befassen sich mit der Vorhersage der Entwicklungslinien einer wissenschaftlichen Disziplin. Neben den allgemeinen exploratorischen Prognosen, z.B. über die zeitliche Zunahme der Literatur, gibt es eine Reihe von Verfahren, die von ganz unterschiedlichen Modellannahmen ausgehen und daher auch zu von einander abweichenden Aussagen kommen.

Für das Fachgebiet der „Programmierten Instruktion" hat erstmals H. Frank (1969, 1970) ein mathematisches Modell erarbeitet und erste Voraussagen bezüglich der Entwicklung des Fachgebietes abgeleitet. Als Maßstab dienten dazu die „Führungsgrade", d.h. die Prozentsätze der neuesten Forschungsergebnisse in diesem Wissenschaftsbereich, die auf die einzelnen Sprachregionen (Englisch, Russisch, Deutsch ...) entfallen. Dabei blieb offen, welche Eigenwerte das System besitzt und wie es sich hinsichtlich der Stabilität verhält. Dazu soll im folgenden eine ergänzende Betrachtung angestellt werden.

2. *Dynamik des Gesamtsystems*

Denkt man sich die Untersuchungen auf dem Gebiet der Programmierten Instruktion zur Prognose zu einem anderen Zeitpunkt wiederholt, so ergäbe dieses für eines der betrachteten Sprachgebiete einen Führungsgrad f^*_σ, der von einem für einen z.B. früher gelegenen Zeitpunkt ermittelten Wert f_σ im allgemeinen verschieden sein wird und für den gilt:

(1) $$f^*_\sigma = f_\sigma \pm \Delta f_\sigma \lesseqgtr f_\sigma$$

Da die Wahrscheinlichkeit q zur Erlangung einer bestimmten Erkenntnis aus der Menge $\mathfrak{F}$ noch nicht erkannter Sachverhalte, deren unmittelbare Voraussetzungen alle bekannt sind, abgeleitet wurde zu

(2) $$q_\varsigma = a_{\varsigma\varsigma}\left(\left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right)\right)\vec{f_\sigma}$$

wobei $a_{\varsigma\varsigma}$ die Auswertewahrscheinlichkeit für einen Text und $w_{\varsigma\varsigma}$ der Sprachgrenzwiderstand ist, ergibt sich als einfachster Zusammenhang für den Erkenntnisfortschritt

(3) $$F_\varsigma \approx v_\varsigma \cdot q_\varsigma$$

wobei v_ς der Einfachheit halber als Proportionalitätsfaktor aufgefaßt werden kann.

Per definitionem ist ferner f_ς^* proportional zu F_ς oder wegen (2) und (3)

$$(4) \qquad f_\varsigma^* = \text{const} \cdot a_{\varsigma\varsigma} \left(\left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right)\right) \cdot \vec{f}_\sigma$$

In (4) ist also ein Gleichungssystem enthalten, das es erlaubt, eine Aussage über die Stabilität des Systems zu machen. Es lautet unter Vernachlässigung der Konstanten und unter der Annahme, daß für alle Sprachgebiete die Auswertewahrscheinlichkeit für spracheigene verfügbare Texte gleich eins gesetzt werden darf, wie folgt:

$$\begin{aligned} f_1^* &= \frac{1}{w_{11}} f_1 + \frac{1}{w_{21}} f_2 + \frac{1}{w_{31}} f_3 + \ldots \qquad \frac{1}{w_{n1}} f_n = \lambda f_1 \\ f_2^* &= \frac{1}{w_{12}} f_1 + \frac{1}{w_{22}} f_2 + \frac{1}{w_{32}} f_3 + \ldots \qquad \frac{1}{w_{n2}} f_n = \lambda f_2 \\ &\vdots \\ f_n^* &= \frac{1}{w_{1n}} f_1 + \frac{1}{w_{2n}} f_2 + \frac{1}{w_{3n}} f_3 + \ldots \qquad \frac{1}{w_{nn}} f_n = \lambda f_n \end{aligned}$$

oder in Matrizen-Schreibweise

$$(5) \qquad \vec{f}_\varsigma^{\,*} = \left(\left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right)\right) \cdot \vec{f}_\sigma = \lambda \vec{f}_\varsigma$$

Die Zahl λ wird als Eigenwert der Matrix $\left(\left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right)\right)$ bezeichnet, die dem Eigenvektor entspricht, d.i. hier der Spaltenvektor der Führungsgrade $\vec{f}_\sigma$. Zur Bestimmung der Eigenwerte muß die Matrizengleichung (5) gelöst werden. Eine notwendige und hinreichende Bedingung für eine nichttriviale Lösung (also $\vec{f}_\sigma \neq 0$) des Systems besteht darin, daß die Determinante der nach Ausführung der in (4) und (5) angegebenen Matrizenmultiplikation und entsprechender Umstellung entstandenen Koeffizienten verschwindet. Die Eigenwerte sind also die charakteristischen Zahlen oder charakteristischen Wurzeln von $\left(\left(\frac{1}{w_{\sigma\varsigma}}\right)\right)$. Setzt man die bei Frank (1970, Tabelle 4) empirisch gefundenen Sprachgrenz- und Eigenwiderstände ein, so erhält man

$$(6) \quad \text{DET} = \begin{vmatrix} 0{,}125-\lambda & 0{,}333 & 0{,}25 & 0{,}05 & 0{,}1 & 0{,}05 & 0{,}01 \\ 0 & 0{,}2-\lambda & 0{,}025 & 0{,}1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0{,}066-\lambda & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}033 & 0 & 0{,}25-\lambda & 0 & 0 & 0 \\ 0{,}014 & 0{,}25 & 0{,}2 & 0{,}1 & 0{,}167-\lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}033 & 0{,}066 & 0 & 0 & 0{,}25-\lambda & 0 \\ 0 & 0{,}05 & 0{,}2 & 0{,}1 & 0 & 0 & 0{,}167-\lambda \end{vmatrix}$$

Eine klassische Entwicklung dieses Ausdruckes nach Zeilen bzw. Spalten ist prinzipiell möglich und führt auf ein Polynom 7. Grades in λ, da die Diagonalelemente alle λ enthalten. Dieses Verfahren ist nicht allgemein gültig, weil eine Änderung in der Zahl der untersuchten Sprachgebiete ein Polynom anderen Grades liefert. Besser ist es, eine Methode zu verwenden, die unabhängig von der Zahl der Sprachgebiete ist und es erlaubt, die zahlreichen möglichen Sonderfälle, die zu Schwierigkeiten in der Berechnung

führen, zu bewältigen. Als solche Methode erwies sich das sogenannte Restgrößenverfahren (Zurmühl 1961 a u. b). Dabei wird die Determinante nach (6) auf Dreieckform gebracht, also in allgemeiner Form

$$(7) \qquad \begin{vmatrix} a_{11} & \ldots & a_{1n} \\ a_{21} & & \\ \vdots & & \\ a_{n1} & \ldots & a_{nn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} b_{11} & \ldots & b_{1n} \\ 0 \;\; b_{22} & & b_{2n} \\ \vdots & & \\ 0 \;\; 0 \;\; 0 & & b_{nn} \end{vmatrix} = \prod_{i=1}^{n} b_{ii}$$

Der Wert der Determinante wurde mittels eines Algol-Programmes als Funktion von λ berechnet. Für die 7reihige Determinante (6) können maximal 7 Nullstellen vorhanden sein. Um die Nullstellen ausreichend genau zu ermitteln, muß λ bei diesem Verfahren möglichst feinstufig von einem maximalen Anfangswert in Richtung auf einen minimalen Endwert oder umgekehrt fortschreiten, indem λ jeweils um eine entsprechende Schrittweite $\Delta\lambda$ verändert wird. Als „ausreichend genau" gilt dabei die Schrittweite $\Delta\lambda$, wenn auch eng benachbarte Nullstellen noch einwandfrei als solche erkannt werden können, d.h. die Auflösung des Verfahrens ist dann ausreichend. Als Ergebnis dieser Berechnungen findet man für das vorliegende Problem 7 verschiedene reelle Eigenwerte. Sie lauten:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0{,}065 \\ \lambda_2 &= 0{,}102 \\ \lambda_3 &= 0{,}162 \\ \lambda_4 &= 0{,}167 \\ \lambda_5 &= 0{,}190 \\ \lambda_6 &= 0{,}250 \\ \lambda_7 &= 0{,}288 \end{aligned}$$

Man ermittelt also keine komplexen und auch keine Werte für die gilt $|\lambda| > 1$. Das Resultat aller Berechnungen ist als Wert der Determinante in Abhängigkeit von λ in Bild 1 angegeben.

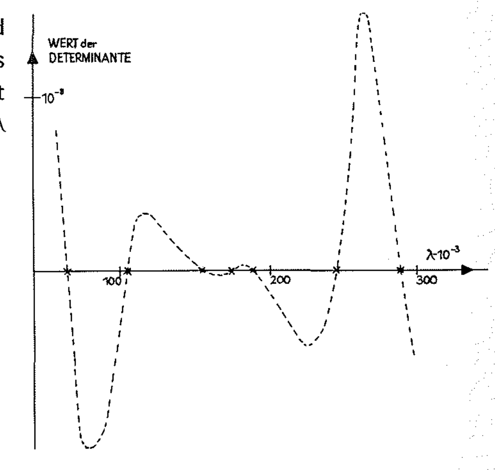


Bild 1: Eigenwerte als Nullstellen der Funktion DET = $f(\lambda)$

Da die Sprachgrenzwiderstände nur in grober Näherung als konstant anzusetzen sind, in Wirklichkeit aber Funktionen darstellen, die durch Polynome angenähert werden können, handelt es sich in (5) eigentlich um Matrizenpolynome, wie sie für diskontinuierliche Systeme – die ja hier auch vorliegen – verwendet werden. Die zugehörige Theorie (Unbehauen, 1971) sagt aus, daß immer dann Stabilität für ein System vorliegt, wenn für alle Eigenwerte gilt $|\lambda| < 1$. Im vorliegenden Fall wurde zur Kontrolle des Ergebnisses der betragsgrößte Eigenwert nochmals, aber nach einem anderen Verfahren, nach der Methode von Mises berechnet und gute Übereinstimmung mit dem nach dem Restgrößenverfahren ermittelten Wert gefunden.

In (6) sind nun im Vergleich zu Frank (1970) die 8. Zeile und 8. Spalte weggelassen worden. Diese Sprachgrenzwiderstände der hier nicht berücksichtigten Sprachen sind zu allen berücksichtigten extrem groß, d.h. der wissenschaftliche Informationsaustausch ist sehr klein, was in der Determinante durch entsprechende Reziprokwerte vom Betrag nahe Null zum Ausdruck kommt. Da die übrigen Sprachbereiche in so außerordentlichem Maße dominierend sind, können die weggelassenen, zunächst als unbedeutend betrachteten Sprachbereiche keine Instabilität veranlassen. Mathematisch äußert sich das so, daß der Wert der 8reihigen Determinante für beliebige λ zu Null geworden wäre, weil dann alle Elemente einer Zeile bzw. Spalte den Wert Null gehabt hätten. Das bedeutet, das Gleichungssystem besitzt keine eindeutige Lösung mehr, man benötigt unter Umständen ein anderes mathematisches Modell. Es erschien deshalb sinnvoll, zuerst den interregionalen Informationsaustausch zwischen den Sprachen zu betrachten, zwischen denen auch ein merklicher Nachrichtenfluß besteht.

3. *Zusammenfassung*

An Hand einer rein mathematischen Behandlung und auf Grund früherer empirischer Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß der zwischensprachliche, wissenschaftliche Informationsaustausch, soweit er das Gebiet der Programmierten Instruktion betrifft, mindestens zum Zeitpunkt der Untersuchung ein stabiles Gesamtsystem darstellt.

Schrifttum

Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik, Agis, Baden-Baden, 1969

Frank, H.: Die Bedeutung der Sprachhindernisse für die wissenschaftsfuturologische Auswertung von Geschichte und Geographie einer Wissenschaft, GrKG 11/3 (1970) S. 91–102

Frank, H.: Die Sprachbarriere zwischen den Wissenschaftlern, Umschau, 7/1971 S. 236–238

Unbehauen, R.: Systemtheorie, Oldenbourg, 1971

Zurmühl, R.: Praktische Mathematik, Springer 1961a

Zurmühl, R.: Matrizen, Springer 1961b

Eingegangen am 7. November 1974

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Physiker Claus Lambert, 61 Darmstadt, Erbacher Str. 10

Untersuchung zur notwendigen Länge von Übungsreihen

von Wolfgang REITBERGER, Berlin

aus der Abteilung 4 (mathematische, naturwissenschaftliche und technische Disziplinen) der Pädagogischen Hochschule Berlin

1. *Problemstellung und Ansatz*

In verschiedenen Lehrstoffbereichen müssen Verfahren gelernt werden, deren sichere Anwendung nur möglich ist, wenn gewisse Elementarsachverhalte (Fakten) sicher beherrscht werden. Diese Sicherheit muß durch Übungsreihen genügender Länge vorab erreicht werden. Beispielsweise muß durch Übungsreihen genügender Länge das kleine Einmaleins bis zur Perfektion des Schülers gelehrt werden, da es die Grundlage der schriftlichen Multiplikation und Division ist. Die Übung geschieht in der Praxis durch eine Reihe von unabhängigen Aufgaben, d.h. von Aufgaben, bei denen die Lösung einer Aufgabe keine Information über die Lösung der nächstfolgenden Aufgabe enthält. Vor der Einführung der schriftlichen Multiplikation und Division (einem Lehrstoff vom Typ der „Verfahren" im Sinne von Frank/Meder, 1971, Seite 58) müssen also reihenunabhängige Aufgaben aus dem kleinen Einmaleins solange geübt werden, bis die Schüler sie vollständig beherrschen (es müssen also zuerst Lehrstoffelemente vom Typ der Fakten im Sinne von Frank/Meder vermittelt werden). Im folgenden soll ein mathematisches Modell für die Bestimmung der Länge der entsprechenden Übungsreihe aufgestellt werden. In Teil 3 wird dieses Modell auf das gegebene Beispiel des Erlernens des kleinen Einmaleins aufgrund empirischer Daten konkretisiert.

Der Ansatz unserer Betrachtung ist eine Funktion $f(n)$, wobei n die laufende Nummer der Aufgabe einer Übungsreihe bezeichnet und f die bis zu dieser Nummer gemachte Fehlerzahl, also die Zahl der nicht gelösten unter den ersten n Aufgaben. Sicher handelt es sich hier nicht um eine universelle Funktion bzw. nicht um eine Funktion, die lediglich von n abhängig ist, sondern auch von der Art des zu übenden Lehrstoffs, vom Schüler und von zeitabhängigen Bedingungen wie nachlassende Konzentration etc. Davon wird im folgenden abstrahiert. Abstrahiert werden muß im Hinblick auf die mathematische Deduktion auch davon, daß wir $f(n)$ nur für einen diskreten Definitions- und Wertebereich definiert haben. Wir werden aus unserem Ansatz eine analytische Funktion ableiten, die durch eine hypothetische Kurve durch die empirisch bestimmbaren Meßpunkte darstellbar ist. Offensichtlich ist ja für jeden Lernenden und jede Übungsreihe die diskrete Funktion $f(n)$ empirisch ermittelbar.

Theoretisch interessanter, empirisch jedoch nur in gröbster Näherung unmittelbar zu ermitteln ist die Ableitung von $f(n)$

(1) $$s(n) =_{\mathrm{Def}} f'(n) = \lim_{\Delta n \to 0} \frac{f(n+\Delta n) - f(n)}{\Delta n}$$

die gedeutet werden kann als der Bruchteil an Aufgaben, die zum Zeitpunkt der n-ten Übung noch nicht gelöst werden konnte. Offensichtlich liegt $s(n)$ zwischen 0 und 1. Diese Funktion gibt Auskunft über den jeweiligen momentanen Zustand des Lernenden.

Beim Aufbau eines Modells versuchen wir, für die Funktion $s(n)$ mittels Plausibilitätsbetrachtungen soviele mathematisch formulierbare Eigenschaften zusammenzutragen, daß sich daraus – z.B. durch Lösung einer Differentialgleichung, die solche Eigenschaften zusammenfaßt – die Funktion $s(n)$ eindeutig erschließen läßt – abgesehen von Parameterwerten, die hernach der Empirie entnommen werden müssen.

2. *Entwicklung des mathematischen Modells*

Wird eine gestellte Aufgabe gelöst, so bewirkt die Bestätigung der Lösung einen psychischen Impuls, der zu einer Verstärkung der Verbindung von Aufgabe und Lösung führt. Wird umgekehrt die Aufgabe nicht (bzw. falsch) gelöst, dann stellt auch die Berichtigung einen solchen psychischen Impuls – evtl. anderer Stärke – dar. In beiden Fällen kommt es zu einer differentiellen Änderung von s. Versteht man unter der differentiellen Größe dn etwa 5 bis 10 Aufgaben, dann werden davon ungefähr s mal dn nicht gelöst, $(1-s) \cdot dn$ gelöst, und die durch die insgesamt dn Bestätigungen bzw. Berichtigungen bewirkte Änderung ds des Internzustands s wird sicher klein gegen s sein. Da $s(n)$ innerhalb des Intervalls von 0 bis 1 sicher monoton mit n fällt, ist auch ds eine Funktion von n. Da wir für unser Modell f(n) als analytisch und damit beliebig oft differenzierbar vorausgesetzt haben, dürfen wir ds als proportional zu s ansetzen. Denn sobald der Prozentsatz der noch gemachten Fehler s gleich 0 ist, ist mit Sicherheit auch künftig ds gleich 0 und daher in einer Taylorenentwicklung der Funktion $ds(s)$ verschwindet das absolute Glied. Höhere Potenzen von s können wir, da s kleiner als 1 ist, vernachlässigen. Sei c_1^* der Proportionalitätsfaktor zwischen s und der durch eine Bestätigung bewirkten Veränderung von s, c_2^* der entsprechenden Proportionalitätsfaktor im Falle einer Berichtigung, dann gilt wegen der schon erwähnten Anzahl von Bestätigungen und Berichtigungen im Intervall dn offensichtlich

(2) $$ds = -c_1^* \cdot s(1-s)\,dn - c_2^*\, s^2\, dn$$

Weitere Einflußgrößen (Umwelteinflüsse, Ermüdungserscheinungen etc.) können zwar zeitabhängig sein, hängen jedoch nicht von n ab, so daß wir sie durch eine multiplikative Konstante c_3^* erfassen können, die wir als höchstens gleich 1 ansetzen, annehmend, daß sie den Lernprozeß keineswegs verbessert. Aus (2) wird auf diese Weise mit den Abkürzungen

(3a) $$c_1 = c_3^* \cdot c_1^*$$ (3b) $$c_2 = c_3^* \cdot c_2^*$$

schließlich die Bernoullische Differentialgleichung

(4) $$s' + c_1 \cdot s + (c_2 - c_1) \cdot s^2 = 0$$

Mit $s(1) = s_1$ wird diese Differentialgleichung durch die Funktion

(5) $$s(n) = \frac{c_1 s_1}{[c_1 - s_1(c_1-c_2)] \cdot e^{c_1 (n-1)} + s_1(c_1-c_2)}$$

gelöst. Man sieht unmittelbar, daß für große n die Funktion $s(n)$ sich asymptotisch wie eine Exponentialfunktion mit negativem Exponenten verhält.

Nach (1) erhält man hieraus unmittelbar

(6) $$f(n) = \frac{1}{c_1-c_2} \left[c_1 (n-1) - \ln \{ s_1 (c_1-c_2) + [c_1 - s_1 (c_1-c_2)] \cdot e^{c_1 (n-1)} \} + \ln c_1 + s_1 (c_1 - c_2) \right]$$

wobei zu bemerken ist, daß die Integrationskonstante aus der Gleichung für $f(1)$ berechnet und näherungsweise $f(1) = s_1$ gesetzt wurde. (Der Erwartungswert der Fehlerzahl bei der ersten Aufgabe ist ja offenbar gerade gleich dem Bruchteil an Fehlern, die in diesem Zustand des Lernenden noch gemacht werden.) Dementsprechend gilt $f(0) = 0$ nur in Näherung.

Interessant ist das asymptotische Verhalten von $f(n)$:

(7) $$f_\infty =_{\text{Def}} \lim_{n \to \infty} f(n) = \frac{1}{c_1-c_2} \left(\ln \frac{c_1}{c_1 - s_1 (c_1-c_2)} + s_1 (c_1 - c_2) \right)$$

Das bedeutet, daß bei genügend langer Fortsetzung der Reihe die gesamte Fehlerzahl eine obere Schranke nicht mehr übersteigt, weil auf die Dauer kaum noch Fehler gemacht werden.

Die Konstanten c_1, c_2 und s_1 in Gleichung (6) hängen unter anderem vom Lehrstoff, von den Vorkenntnissen des Lernenden und von seiner Lernfähigkeit ab; sie müssen empirisch aus dem Verlauf der „geglätteten" Kurve $f(n)$ bestimmt werden. Unschwer entnimmt man der empirischen Kurve als Anfangssteigung den Wert f_1. Zur Bestimmung der Werte c_1 und c_2 setzt man in Gleichung (6) für zwei Werte n (z.B. $n = 101$ und $n = 201$) die empirisch gefundenen Werte $f(n)$ ein und erhält damit zwei Gleichungen für c_1 und c_2. Das Gleichungssystem läßt sich z.B. nach dem Newtonschen Iterationsverfahren für Gleichungssysteme zweier Veränderlicher lösen (vgl. z.B. Zurmühl, 1965, S. 40 ff). Geeignete Anfangswerte für die Anwendung dieses Iterationsverfahrens gewinnt man, indem man aus dem nicht explizit lösbaren Gleichungssystem durch zweckmäßig abgebrochene Potenzreihenentwicklungen des analytischen Ausdrucks von $f(n)$ ein explizit lösbares, in erster Näherung zum gleichen Ergebnis führendes Gleichungssystem für c_1 und c_2 erzeugt.

3. *Konkretisierung des Modells*

Zwei Schüler einer fünften Klasse einer Berliner Grundschule (Dagmar B. und Andreas L.) hatten 200 Aufgaben zum kleinen Einmaleins zu lösen. Da die Aufgabenreihe nach dem Zufallsprinzip konstruiert wurde, war die Wahrscheinlichkeit dafür, daß voneinander abhängige Aufgaben aufeinander folgten, sehr gering und somit praktisch vernachlässigbar. Den Kindern wurde zur Lösung jeder gestellten Aufgabe eine Sekunde Zeit gelassen. Die gegebene Antwort wurde unmittelbar bestätigt oder berichtigt. Im Bild 1 sind durch Kreuze die gewonnenen Werte $f(n)$ für die Schülerin D.B., durch Kreise die entsprechenden Werte für den Schüler A.L. eingetragen. Aus den geglätteten Kurven kann man die

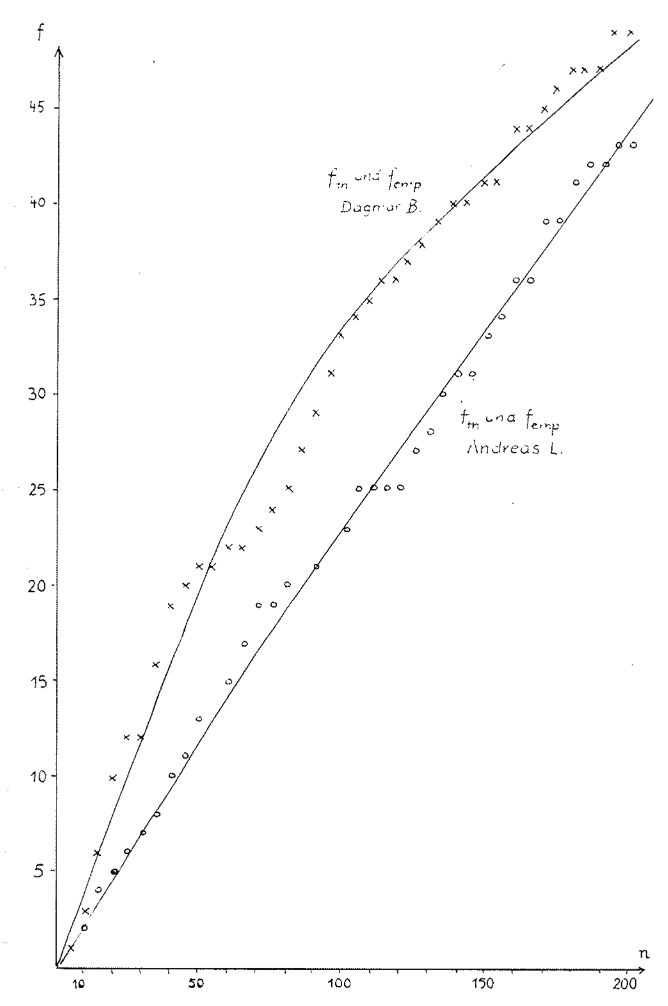


Bild 1

in Bild 2 für die beiden Schüler eingetragenen Werte s_1 und $f(101)$ bzw. $f(201)$ ermitteln und die dort ebenfalls eingetragenen Werte c_1 und c_2 iterativ bestimmen. Die in Bild 1 eingetragenen Kurven stellen die daraus nach Gleichung 6 ermittelte theoretische Kurve $f(n)$ für die beiden Schüler dar. Es fällt auf, daß die diskreten Funktionswerte nicht unregelmäßig um die theoretischen Kurven streuen, sondern sich vielmehr um diese winden. Diese Erscheinung ist dadurch zu erklären, daß bei der Ermittlung der diskreten Fehlerfunktion zufällige Schwankungen integrativ erfaßt werden. So wird z.B. eine zufällige Häufung leichter Aufgaben die $f(n)$-Werte zunächst unmittelbar, im anschließenden Aufgabenbereich aber auch mittelbar herabsetzen. Entsprechend bewirkt etwa eine zeitweilige Konzentrationsschwäche eine Fehlerhäufung, die noch im nachhinein die $f(n)$-Werte erhöht.

	s_1	f(101)	f(201)	c_1	c_2	f_∞
D.B.	0,4	33,5	48	$4{,}8 \cdot 10^{-3}$	$7{,}8 \cdot 10^{-3}$	75
A.L.	0,24	23	44	$2{,}7 \cdot 10^{-4}$	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	480

Bild 2

Die in Bild 2 eingetragenen Zahlen f_∞ könnten einem Schulpraktiker als zu klein erscheinen. Soweit dies zutrifft, ist eine mögliche Begründung in der durch unser Modell vorgenommenen Abstraktion z.B. von Vergessenseffekten zu suchen. Daß in beiden Fällen c_2 größer ist als c_1, was bedeuten würde, daß aus Fehlern mehr gelernt wird als aus der Bestätigung der richtigen Lösung, ist informationspsychologisch zu deuten: die Berichtigung liefert dem Schüler ja normalerweise mehr Information als die Bestätigung dessen, was er schon sicher wußte oder zumindest mit hoher Wahrscheinlichkeit vermutete. Bei der Schülerin D.B. reicht allerdings das Datenmaterial zu einer Bestätigung dieser Vermutung nicht aus, da eine Fehlerrechnung hier für c_1 auf einen Fehler von etwa 14 %, bei c_2 auf einen Fehler von etwa 45 % führt.

Schrifttum

Frank, H. und Meder, B.S.: Einführung in die Kybernetische Pädagogik, Deutscher Taschenbuchverlag, München 1971

Zurmühl, R.: Praktische Mathematik, Springer-Verlag, Berlin, 1965

Eingegangen am 14. Juni 1974

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Math. Wolfgang Reitberger, 1000 Berlin 47, Neudecker Weg 137

Veranstaltungen

Das 7. Werkstattgespräch der Arbeitsgruppe Kybernetik der Gesellschaft für Programmierte Instruktion findet am 15. und 16. März 1975 in Nürnberg statt.

Ort: Akademie für berufliche Bildung

Leitung: Prof. R. Lütgenau, 863 Coburg, Heimatring 41c

Themen: Argumente für und gegen die Prüfungsobjektivierung aus der Sicht der kybernetisch-pädagogischen Lehrplantheorie; Bericht über den Stand der Arbeiten an der Textsammlung zur Kybernetischen Pädagogik u.a.

Das 8. Werkstattgespräch findet vom 20. bis 22. Juni 1975 in Darmstadt statt.

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Oppelt, 61 Darmstadt, Schloßgraben 1

Themen: Psychomotorische Lehrstoffe, Versuche zur Messung von Merkmalsprofilen bei der Superierung durch Klassenbildung.

Das 9. Werkstattgespräch findet vom 2. bis 4. Oktober 1975 in Paderborn statt.

Leitung: Dipl.-Ing. H. Richter, FEoLL, 479 Paderborn, Rathenaustr. 69–71

Themenvorschläge: Bildungsökonomische und bildungsorganisatorische Probleme beim Medieneinsatz; Ansätze zu einer Theorie von Medien.

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.